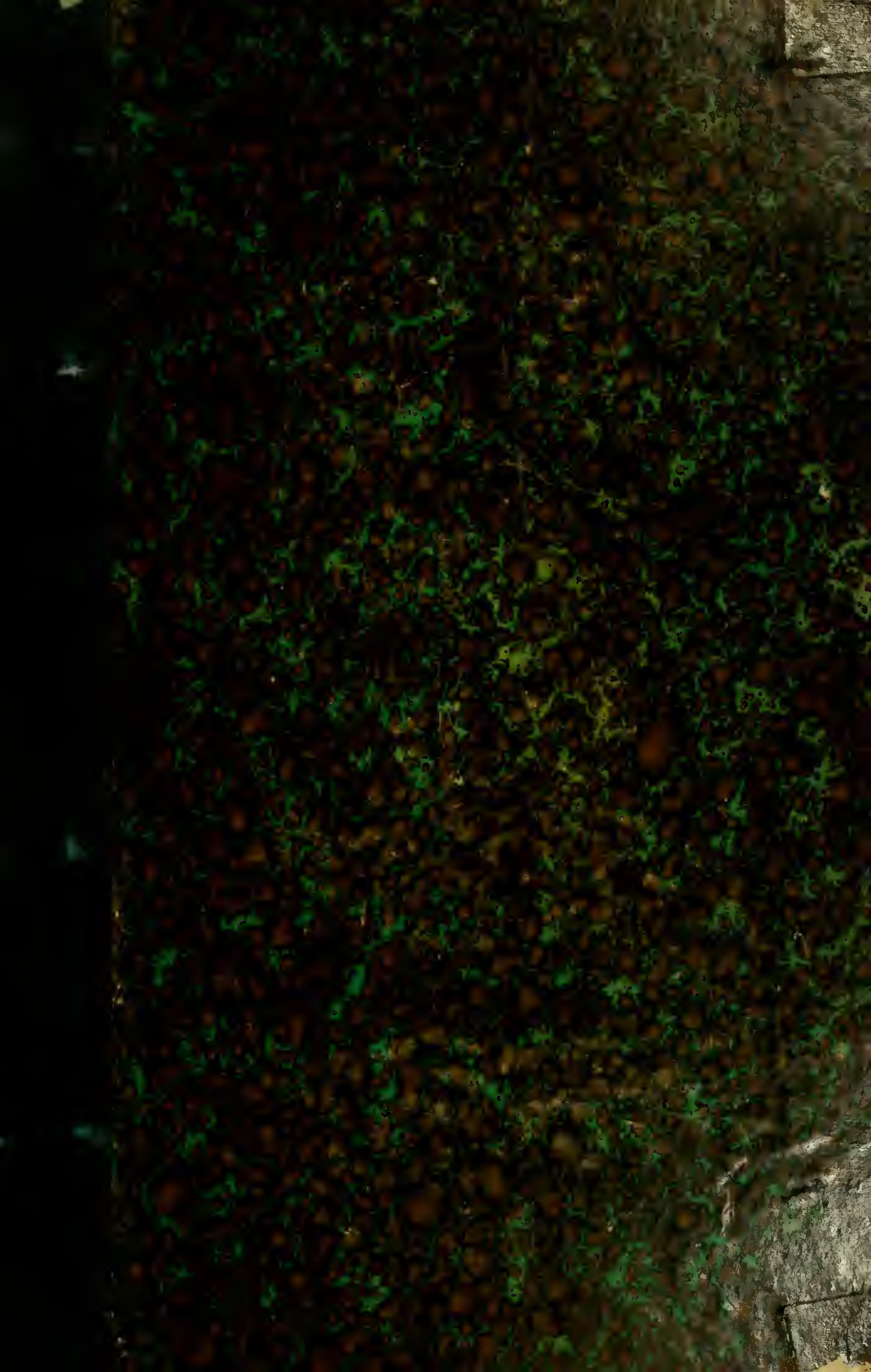


LES MERVEILLES
DE L'INDUSTRIE

CORBEIL, TYP. ET STÉR. DE CRÉTÉ FILS.

LES MERVEILLES
DE
L'INDUSTRIE
OU
DESCRIPTION DES PRINCIPALES INDUSTRIES MODERNES

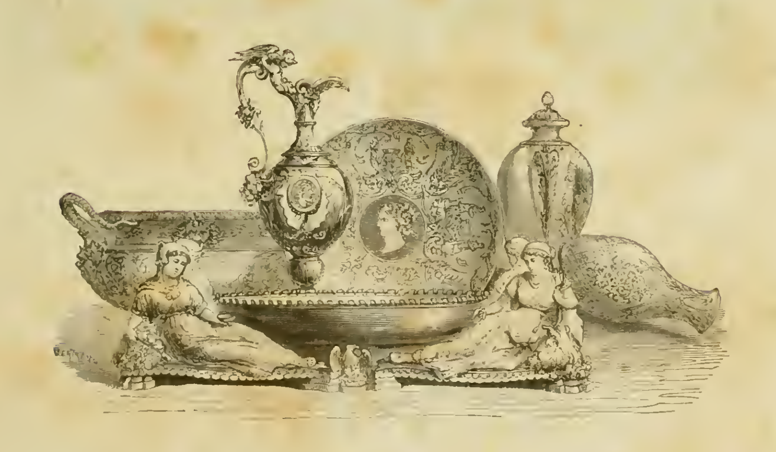
PAR

LOUIS FIGUIER

INDUSTRIES CHIMIQUES

LE VERRE ET LE CRISTAL — LES POTERIES LES FAÏENCES ET LES PORCELAINES
LE SAVON — LES SOUDES ET LES POTASSES — LE SEL
LE SOUFRE ET L'ACIDE SULFURIQUE.

*



PARIS
FURNE, JOUVET ET Cie, ÉDITEURS
45, RUE SAINT-ANDRÉ-DES-ARTS, 45



PRÉFACE

Nous avons terminé en 1870 la publication des *Merveilles de la science*. L'accueil si favorable qui a été fait par le public à cet ouvrage, et le nombre considérable de souscripteurs qu'il a réuni, nous ont prouvé qu'il répondait à un besoin réel, qu'il donnait satisfaction au désir, aujourd'hui universellement ressenti, de s'initier à la connaissance des grandes découvertes de la science moderne.

Cette publication était à peine achevée que beaucoup de souscripteurs ont exprimé le vœu de voir paraître, dans les mêmes conditions et sur le même plan, un second ouvrage du même ordre. Ces demandes sont devenues tellement nombreuses et pressantes, que l'auteur et les éditeurs ont cru devoir y déférer.

En conséquence, nous commençons aujourd'hui la publication des *Merveilles de l'industrie*.

Ce nouvel ouvrage est la suite naturelle, le complément presque obligé, des *Merveilles de la science*. L'industrie, telle qu'on la comprend, telle qu'elle existe de nos jours, n'est autre chose que la science appliquée. Fabriquer le verre ou la porcelaine, teindre les tissus, préparer le savon, travailler la laine, le coton ou la soie, tanner les peaux, etc., n'est autre chose qu'appliquer à la production manufacturière les principes qui sont développés dans les ouvrages de mécanique, de physique et de chimie. Si donc, dans un premier recueil, nous avons étudié et décrit les *Merveilles de la science*, la logique des faits nous amène à étudier et à décrire, dans un autre ouvrage, les *Merveilles de l'industrie*.

Voici le plan que nous suivrons pour la suite des Notices qui composeront ce recueil. Nous distribuerons en quatre groupes les industries qui existent aujourd'hui en France et à l'étranger :

1° Les industries chimiques;
2° Les industries mécaniques;
3° Les industries des mines et des métaux;
4° Les industries agricoles et alimentaires.

Notre but n'est pas de donner de véritables traités sur chaque matière. Évitant tout développement technique, nous nous attacherons seulement à faire bien comprendre les principes et les faits sur lesquels repose chaque industrie. Celui qui aura lu avec attention ces Notices saura parfaitement en quoi consistent les opérations qui se rapportent à chaque industrie; il comprendra leur théorie, leurs principes, et leur histoire.

Il ne faut pas s'attendre à trouver dans ce recueil la description d'une usine en particulier. Nous éviterons, au contraire, de citer les noms d'aucune usine ou manufacture, française ou étrangère. Ce que nous voulons enseigner au lecteur, ce sont les principes de l'industrie; nous voulons lui dire comment se fabriquent, par exemple, le verre et le cristal, comment on procède à la teinture ou à la fabrication des tissus, comment on prépare le savon ou la fécule, comment on imprime un livre, etc., et non de quelle manière est disposée telle verrerie ou telle fabrique de faïence, comment fonctionne telle filature ou telle savonnerie, etc. Une description générale, où l'on fait abstraction de toute usine particulière, permet seule d'exposer avec clarté l'ensemble complet et l'enchaînement des opérations qui composent une industrie.

Nous ne nous dissimulons pas la difficulté de cette tâche, et c'est précisément son importance qui nous engage à l'aborder. L'industrie, que les anciens ont méconnue ou ignorée, est la puissance souveraine des nations de nos jours. Un peuple dont l'industrie est florissante, a devant lui l'avenir : il peut voir un moment son étoile pâlir, son prestige s'affaiblir et ses forces décliner passagèrement, mais pourvu qu'il conserve intact l'élément de sa production industrielle, il peut, confiant dans ses destinées, attendre avec tranquillité la revanche morale de l'avenir.

C'est, en effet, l'industrie appuyée sur la science, qui a imprimé au monde moderne la plupart de ses progrès. Des observations scientifiques que l'on avait considérées à l'origine comme insignifiantes ou inutiles, des faits sans importance appréciable au premier abord, ont été quelquefois le germe d'immenses progrès sociaux, et ont fini par transformer entièrement la fortune, les habitudes et les mœurs des nations.

Cette étroite connexité entre les progrès de la science industrielle et la prospérité d'un peuple, cette influence profonde des inventions et des découvertes scientifiques sur le développement de la richesse publique, ressortiraient d'un grand nombre d'exemples. Nous choisirons les plus frappants, en insistant sur le grand développement social qu'a provoqué l'application d'un fait scientifique ou industriel que l'on avait considéré à l'origine comme sans importance.

Pendant les guerres de notre première révolution, l'industrie française était paralysée par l'absence des soudes d'Espagne. La fabrication des savons, celle du verre et toutes les branches secondaires qui se rattachent à ces deux grands troncs industriels, étaient suspendues ou anéanties; les pertes subies par le commerce français étaient énormes. Un chimiste parut, et créa en France l'admirable industrie de la soude factice. Il serait presque impossible d'évaluer exactement les sommes immenses dont l'industrie a bénéficié par la découverte de Nicolas Leblanc, qui a permis d'extraire manufacturièrement la soude du chlorure de sodium contenu dans les eaux de la mer. D'où Nicolas Leblanc avait-il fait sortir les incalculables richesses dont il dota l'Europe? De l'application d'un fait de chimie dont l'annonce n'aurait pas tenu quatre lignes dans un journal scientifique du temps, à savoir, la décomposition du sel marin par la craie, à une température élevée.

Une des principales branches de la richesse publique en Europe, c'est aujourd'hui le sucre de betterave. Mais, au début, lorsque le chimiste de Berlin, Margraff, annonça l'existence d'un sucre cristallisable dans la racine de betterave, on était loin de s'imaginer que l'extraction de ce sucre fût possible industriellement. Margraff, écrivait en 1747, qu'il ne se chargerait pas de fournir le nouveau sucre à 100 francs l'once. Aujourd'hui, le sucre de betterave revient, dans nos usines du Nord, à 50 centimes le kilogramme, et sa fabrication enrichit notre trésor public de revenus énormes; elle alimente d'innombrables usines, et occupe des milliers d'ouvriers.

Comment s'est créée cette grande industrie? Comment un problème regardé comme insoluble au siècle dernier a-t-il été si heureusement résolu de nos jours? Grâce à une simple observation de chimie. En 1811, un professeur de chimie de l'École de pharmacie de Montpellier découvre que le charbon animal a la propriété surprenante de décolorer instantanément les liqueurs organiques les plus colorées, les plus impures. Il trouve que le vin, les bains de teinture, les sucs végétaux, etc., agités avec un peu de charbon animal, se décolorent presque aussitôt. Il saisit la portée industrielle de sa découverte, car il en fait tout aussitôt une première application à la décoloration du vinaigre employé pour la préparation de l'acétate de potasse, sel médicamenteux alors en vogue. Une année après, on commençait à appliquer, dans les raffineries, à la décoloration des jus sucrés, la propriété décolorante du charbon, et bientôt l'industrie de la fabrication du sucre de betterave était fondée en France, et marchait à pas de géant.

Le professeur de l'École de pharmacie de Montpellier qui fit cette découverte, s'appelait Pierre Figuier; c'était mon oncle.

Les savants du premier empire s'inquiétaient peu des choses d'argent. Pierre Figuier refusa toujours de prendre un brevet d'invention, qui lui aurait assuré le bénéfice et l'exploitation de sa découverte. Tandis que des fortunes énormes se sont bâties sur l'extraction du sucre de betterave, sur la préparation du charbon animal en grains, ou sa

révivification, le professeur de Montpellier ne voulut rien autre chose que le plaisir de consigner sa découverte dans une page du *Journal de pharmacie de Paris*.

Si nous rappelons ce fait en passant, c'est que, dans les ouvrages modernes, dans les cours publics, dans les mémoires scientifiques, on oublie trop souvent l'auteur de la découverte de la propriété décolorante du charbon animal. En visitant un jour une raffinerie de Bordeaux, nous y trouvâmes le buste de Pierre Figuier. C'est un hommage qui vaut mieux que des millions. Mais revenons à notre sujet.

Les résultats de l'invention du *métier Jacquart* sont tellement connus, que nous ne les rappelons ici que pour mettre en opposition les prodigieuses richesses qu'a retirées de ce métier l'industrie des deux mondes, avec le peu d'attention qu'il excita au moment de ses débuts. Qu'était-ce que le métier Jacquart? un simple perfectionnement de l'appareil primitif de Vaucanson : des cartons percés de trous et enlacés bout à bout, pour remplacer le cylindre unique, également percé de trous, que Vaucanson avait inventé. C'est ce que l'on objectait à l'immortel tisserand lyonnais, pour rabaisser sa gloire. Le métier Jacquart, que les journaux de l'époque ont à peine mentionné à ses débuts, et qui mérita si peu de reconnaissance à l'inventeur que les ouvriers lyonnais menacèrent un jour de le jeter dans le Rhône, ce perfectionnement, si modeste en apparence, d'un métier déjà connu, a partout révolutionné l'industrie textile. Après avoir fait disparaître la fabrication à la main pour les étoffes de soie façonnées, il s'est peu à peu introduit dans les ateliers, pour le tissage des étoffes façonnées de fil, de coton et de laine. Il a, en un mot, réalisé la révolution industrielle la plus profonde que l'on connaisse, sans en excepter même la filature mécanique par l'appareil de Richard Arkwright, qui avait précédemment transformé l'industrie de la filature en Angleterre, comme le métier Jacquart a transformé l'industrie du tissage dans le monde entier.

Avant l'année 1801, on savait imprimer, c'est-à-dire teindre superficiellement, à l'aide d'un cylindre, les étoffes de coton. A cette époque Oberkampf, de Jouy, eut une idée, qui parut d'abord insignifiante. Il remplaça la pièce de bois portant en relief le dessin à colorier sur les étoffes, et la planche de cuivre gravée dont on faisait usage de son temps, par des cylindres de cuivre portant en creux, sur toute leur surface, le dessin à imprimer. On fit d'abord peu attention aux cylindres gravés du jeune fabricant; mais trente années après, la grande industrie française des toiles peintes prenait un développement prodigieux. Elle enrichit aujourd'hui les fabriques de la Normandie et de l'Alsace.

Autrefois les marais salants ne donnaient qu'un seul produit, le sel marin. Les eaux au sein desquelles il avait pris naissance, celles que les chimistes appellent les *eaux mères*, étaient rejetées. Elles sont aujourd'hui conservées avec soin, et par des réactions que le froid de l'hiver peut seul provoquer, elles livrent abondamment au commerce des produits très-divers : du sulfate de soude, qui sert à la fabrication du verre, — du chlorure de magnésium d'où l'on tire, presque pour rien, l'acide chlorhydrique, — de la magnésie, substance indispensable en médecine, et qui, ajoutée aux ciments, leur donne la propriété de résister à l'action des eaux de la mer, — enfin des sels de potasse, qui, transformés en salpêtre, servent à la fabrication de la poudre à canon. C'est une simple réaction chimique de laboratoire, c'est-à-dire la double décomposition entre le sulfate de magnésie et le chlorure de sodium, dans une eau refroidie à 0°, qui, appliquée en grand, par M. Balard, aux eaux mères des marais salants de la Méditerranée, a opéré cette merveille.

L'industrie sait produire de la chaleur artificielle, et les moyens de chauffage ne man-

quent pas. Mais jusqu'à ces derniers temps, on ne savait pas créer le froid ; l'économie domestique, la médecine, l'hygiène publique, attendaient inutilement cette conquête de la science. Elle a été réalisée de nos jours. La *machine Carré* produit la congélation de l'eau, et fabrique en un clin d'œil des masses énormes de glace artificielle. Comment a été réalisée cette découverte? Par l'application d'un fait bien simple, emprunté à la physique. Par l'observation du froid que produit la vaporisation du gaz ammoniac dissous dans l'eau. Avec quelques charbons approchés de la machine Carré, c'est-à-dire *avec du feu*, on produit aujourd'hui un froid de — 30°. Dans les pays où la chaleur est un supplice, on peut créer à volonté le froid des régions polaires; et à Paris, en plein été, on fabrique tous les jours, par milliers, des *carafes frappées*.

Depuis l'origine des sociétés, on s'était éclairé avec la fumeuse et infecte chandelle. Vient un chimiste, Braconnot, qui découvre que l'on peut séparer du suif sa partie liquide et le réduire à sa partie solide, la *stéarine*. La bougie stéarique est créée, à la suite de cette observation de Braconnot; de sorte qu'une découverte chimique, de peu d'importance en apparence, bouleverse les habitudes et améliore le mode d'éclairage sur toute la surface de la terre habitée.

Les professeurs de physique, dans leurs cours, faisaient fondre un fil de platine au milieu de la flamme du *gaz tonnant* (hydrogène brûlé par l'oxygène). L'industrie s'empare de ce fait, et cette méthode, coordonnée par MM. Sainte-Claire Deville et Debray, permet d'obtenir par une seule fonte, ce lingot de platine du poids de 100 kilogrammes que l'on vit à l'Exposition de Londres, en 1862.

La vieille vaisselle d'étain a presque partout disparu aujourd'hui, remplacée par l'argenture galvanique. Quel est le point de départ de cette précieuse et salubre industrie? L'observation d'un fait très-secondaire de chimie, à savoir le dépôt des métaux purs et brillants par le courant électrique, quand la liqueur *est maintenue alcaline*.

Il y a trente ans, rien n'était plus dispendieux que les constructions à la mer. Ce que les successeurs de Vauban ont englouti d'argent pour les constructions sous-marines, pour les digues et les brise-lames, défierait tout calcul. Vint un ingénieur français, Vicat. Grâce au mélange de sables argileux et magnésiens imaginé par cet inventeur, grâce à sa création d'un mortier hydraulique artificiel, les constructions sous l'eau sont aujourd'hui moins chères que les constructions à l'air libre. C'est ainsi que l'on a pu créer à Cherbourg, à Alger, et dans beaucoup d'autres ports, à l'isthme de Suez, etc., de véritables merveilles monumentales. Par quel coup de baguette, Vicat a-t-il épargné à la société européenne les millions qu'elle jetait depuis si longtemps à la mer ? Par une simple observation de chimie : grâce à la découverte de la nature intime des mortiers et du rôle de la magnésie dans l'*hydraulicité* des mortiers.

Voulez-vous un autre exemple de l'influence immense que l'industrie, appuyée sur la science, exerce sur le développement de la richesse publique ? Prenez le cas des couleurs d'aniline, c'est-à-dire des matières colorantes que l'art de la teinture emprunte à ce produit fétide connu sous le nom de *goudron de houille*. En 1856, un chimiste anglais, Perkins, cherchant à produire artificiellement de la quinine, traite par des agents d'oxydation l'*aniline*, substance extraite du goudron de houille. Il ne trouve pas ce qu'il cherche, il ne réussit pas à fabriquer artificiellement de la quinine, mais il trouve ce qu'il ne cherchait pas, c'est-à-dire une matière colorante violette, d'une admirable pureté et d'une puissance tinctoriale considérable : le *violet d'aniline*. Bientôt après, un autre chimiste anglais,

M. Hoffmann, traitant l'aniline par le chlorure de carbone, découvre une seconde *couleur d'aniline*, cette admirable *fuchsine*, la plus belle, la plus séduisante des couleurs rouges. Les découvertes de ces nouvelles matières tinctoriales se multiplient; de sorte qu'aujourd'hui les *couleurs d'aniline* tiennent le premier rang dans la teinture, permettent de créer sur les tissus des chefs-d'œuvre de couleur, et donnent lieu à un commerce de plus de 30 millions par an. Ce commerce, qui s'accroît tous les jours, permet de fournir à toutes les classes de la société les couleurs les plus vives, depuis celles que l'on fixe sur les riches tissus, jusqu'à celles qui teignent ces rubans de coton à 10 centimes le mètre, qu'on voyait à l'Exposition de Londres de 1862.

D'où est sortie cette satisfaction nouvelle donnée aux justes besoins de la toilette et du goût, en même temps que ce grand mouvement commercial? De l'observation d'une réaction très-simple de la chimie, de l'étude de l'oxydation de l'aniline, produit dérivé lui-même du charbon de houille. Un bloc de charbon donne aujourd'hui la matière nécessaire pour teindre à peu près son volume d'étoffe.

Ainsi des faits scientifiques et industriels, considérés d'abord comme sans importance, ont exercé une influence prodigieuse sur les destinées des nations, sur leur prospérité, sur leurs habitudes. Les progrès ou la décadence d'un peuple peuvent se trouver suspendus à la solution d'un problème de l'industrie. On comprend dès lors combien il est nécessaire que chacun ait, aujourd'hui, connaissance de l'état présent et des moyens d'action de l'industrie, nationale ou étrangère. Si on ne peut initier le public à tous les détails techniques de chaque industrie, il faut au moins le renseigner, l'éclairer, l'instruire sur son ensemble, sur ses principes, sur son histoire et sur les moyens dont elle dispose.

Tel est précisément le but que nous nous proposons d'atteindre, dans les *Merveilles de l'industrie*, dont nous commençons aujourd'hui la publication.

LES MERVEILLES

DE L'INDUSTRIE

INDUSTRIE

DU VERRE ET DU CRISTAL

CHAPITRE PREMIER

LE VERRE AUX TEMPS ANTÉHISTORIQUES. — LE VERRE A ÉTÉ CONNU DÈS L'AGE ANTÉHISTORIQUE DU FER. — PRÉTENDUE DÉCOUVERTE DU VERRE CHEZ LES PHÉNICIENS. — L'INDUSTRIE DE LA FABRICATION DU VERRE EN ÉGYPTE. — LA VERRERIE EN PHÉNICIE. — LA VERRERIE CHEZ LES GRECS ET LES ROMAINS.



Une opinion universellement répandue attribue aux Phéniciens la découverte du verre. Des marchands de *natron* d'Égypte (carbonate de soude) auraient, par hasard, fabriqué, pour la première fois, un véritable verre, en faisant cuire leurs aliments sur le sable du rivage, et se servant de deux blocs de *natron* pour supporter leur marmite. L'action de la chaleur, déterminant la combinaison de la silice du sable avec la soude du *natron*, aurait produit une substance vitreuse transparente et fusible, qui n'était autre chose que le verre.

Cette légende de l'Antiquité est certainement apocryphe. Nous pensons que la connaissance du verre par les hommes est bien plus ancienne que l'existence même du peuple phénicien, car, selon nous, on doit la reporter jusqu'aux temps antéhistoriques, jusqu'à l'époque de l'humanité primitive.

Parmi tous les objets que l'on découvre dans les tombeaux ou dans les débris des anciennes habitations de l'homme antéhistorique, dans les *tumuli* (les prétendus dolmens), aussi bien que dans les fonds des lacs, c'est-à-dire dans les anciennes *habitations lacustres*, figurent assez souvent des grains de verre, des espèces de perles grossières, composées d'un verre bleu ou noirâtre. Ce fait recule à une distance considérable la première connaissance du verre par les hommes.

Le raisonnement seul, aidé des connaissances chimiques, amènerait, d'ailleurs, à

poser en principe que la découverte du verre a dû être la conséquence naturelle, nécessaire, de la fabrication du fer, fabrication qui a commencé à l'époque de l'histoire de l'humanité primitive qui porte le nom d'*Époque du fer*.

Dans la métallurgie du fer, comme dans celle du bronze, les gangues des minerais qui servent à la fabrication du fer ou du bronze, produisent, sous l'influence de la chaleur, de véritables verres. Les *scories* qui accompagnent toujours la préparation du fer ou du bronze, et qui portent dans les usines le nom de *laitiers*, ne sont autre chose qu'un verre très-fusible. Les laitiers sont des mélanges de silicates alcalins ou terreux, colorés en vert ou en noir, par le fer, le cuivre ou le manganèse. Ils n'ont pas la transparence du verre, car ils contiennent beaucoup d'impuretés, mais ils n'en sont pas moins des verres. La seule inspection des scories qui accompagnent les débris trouvés dans les anciennes fonderies de fer du Jura bernois par M. Quiquerez (1), montre que ces matières sont de véritables verres noirâtres et très-fusibles.

Dès qu'il exista des fonderies de fer, le verre dut être connu. Ce produit remonte donc jusqu'aux temps primitifs de l'humanité; sa connaissance fut l'œuvre de l'industrie rudimentaire des peuples antérieurs à la civilisation et à l'histoire.

La mise en lumière de cette vérité réduit à néant les fables accréditées par les historiens de l'Antiquité grecque et romaine, concernant la découverte accidentelle du verre par des marchands phéniciens.

Pline et l'historien Flavius Josèphe sont les écrivains qui ont les premiers rapporté cette légende apocryphe.

(1) Voyez Quiquerez : *Recherches sur les anciennes forges du Jura bernois*, Berne, 1866. On trouvera dans notre ouvrage *l'Homme primitif* (2e édit., p. 409-411), la description des forges et fonderies de fer propres à l'époque de l'humanité primitive connue sous le nom d'*Age du fer*. Voyez aussi Morlot, *Mémoire sur l'archéologie de la Suisse*.

La traduction suivante, du passage de l'*Histoire naturelle* de Pline auquel nous faisons allusion, a été donnée par M. Bontemps, dans un excellent ouvrage, *le Guide du verrier*, auquel nous aurons à faire beaucoup d'emprunts dans la suite de cette Notice.

« Il est, dit Pline, une partie de la Syrie, limitrophe de la Judée, qu'on appelle Phénicie, où se trouve, au pied du Carmel, un lac nommé *Candebœa* qu'on croit être la source du fleuve Bélos, qui, après un cours de trois mille pas seulement, se jette dans la mer près de Ptolémaïs. Ce fleuve est profond et peu rapide; ses eaux sont bourbeuses et insalubres, et toutefois honorées d'un culte. Il ne dépose de sable sur ses bords que lorsqu'il a été refoulé par les eaux de la mer. Ce sable qui, avant d'avoir été agité par les vagues, n'eût pu être d'aucun usage, devient pur et blanc, et doit à ce lavage la propriété d'être employé pour la fabrication du verre. Le rivage où il se dépose n'a que cinq cents pas de longueur, et cependant depuis bien des siècles, il n'a pas cessé d'être la féconde mine qui a alimenté les verreries.

La tradition rapporte que des marchands de *natron* qui prirent terre sur cette plage, voulant cuire leurs aliments, et ne trouvant pas de pierre sur le rivage pour servir de trépied à leur chaudière, y suppléèrent avec des blocs de *natron*, qu'ils tirèrent de leur vaisseau qui en était chargé. Le *natron* entrant en fusion par l'ardeur du feu, et s'étant mêlé au sable de la plage, on vit couler un liquide nouveau et transparent formé de ce mélange : d'où vient, dit-on, l'origine du verre. »

L'historien Flavius Josèphe rapporte la même aventure, qu'il attribue à des pirates. Son récit diffère peu de celui de Pline.

Cette anecdote a été certainement inventée à plaisir, et recueillie, avec leur crédulité ordinaire, par les historiens de l'Antiquité. Il est, en effet, impossible que dans les conditions que l'on rapporte, la chaleur du foyer ait été suffisante pour déterminer la formation du verre, qui n'entre en fusion que vers 1000°.

D'après l'origine si reculée que nous accordons à la découverte du verre par l'industrie humaine, on ne sera pas surpris d'apprendre que le verre ait été parfaitement

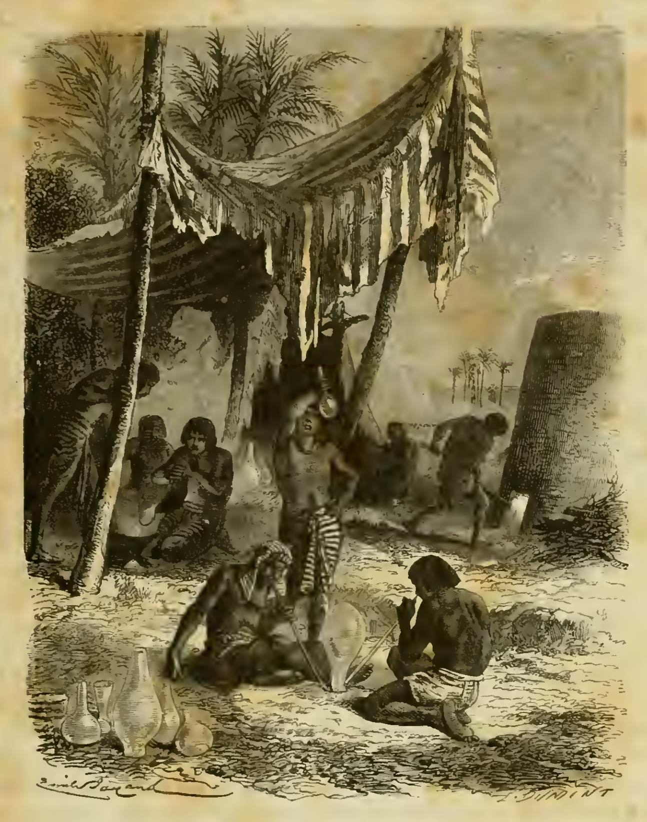


Fig. 3. — Une verrerie chez les Égyptiens.

connu des anciens Orientaux, des Égyptiens, des Grecs et des Romains.

Les historiens grecs et latins parlent très-fréquemment du verre.

Strabon et Tacite ont particulièrement insisté sur ce fait que le sable qui borde la rive du fleuve *Bélos*, ou *Bélus*, en Phénicie, était réputé le plus convenable et le plus avantageux sous tous les rapports, pour servir à la fabrication du verre. Théophraste nous apprend que de très-nombreuses verreries étaient établies vers l'embouchure de ce fleuve de la Phénicie, qui se jette dans la Méditerranée près de Ptolémaïs. Beaucoup de verreries existaient à Sidon et à Tyr en Phénicie, et c'étaient les plus célèbres. Elles allaient s'approvisionner de sable aux bords du Bélos, et selon Tacite, les rivages qui avoisinent l'embouchure de ce fleuve, quoique assez peu étendus, fournissaient ce sable depuis des siècles, sans jamais avoir été épuisés.

L'historien Josèphe, parlant de cette carrière inépuisable de sable, nous dit :

« A deux stades de Ptolémaïs, coule un très-petit

fleuve, le Belos, auprès duquel on voit le tombeau de Memnon. Dans son voisinage on observe une chose bien extraordinaire : c'est une fosse circulaire de cent coudées, remplie de sable vitrifiable. Des navires en grand nombre viennent en prendre leur charge et ne l'épuisent pas, car les vents, comme s'ils étaient d'intelligence avec les navigateurs, y en rapportent à mesure qu'on en enlève; et dès que le sable est dans cette fosse, il se change en verre. Mais ce qui me paraît vraiment étonnant, c'est que ce verre, hors de la fosse, se résout aussitôt et redevient sable. Telle est la nature de ce lieu. »

M. Bontemps, dans son *Guide du verrier*, explique très-bien cette prétendue transformation du sable en verre. Il suppose que ce sable venait à se recouvrir, par l'évaporation de l'eau de la mer, de cristaux de sel, lesquels disparaissaient dans la masse quand on retirait le sable de la fosse. Un voyageur du XVIIIe siècle, l'abbé Mariti, dit avoir observé ce même phénomène à l'embouchure de l'antique Bélos, qui se nomme aujourd'hui *Nahr-Halou.*

Le sable du Bélos était donc très-recherché des verriers de l'Antiquité. Il était pur, brillant, et devait peut-être au sel marin qu'il contenait quelques-unes des qualités qui le faisaient tant estimer.

Le verre a été connu des Hébreux, car il est parlé de cette substance dans le *Livre de Job* et dans les *Proverbes* de Salomon. A ceux qui ont contesté ce fait, en repoussant la traduction du mot hébreu qui signifierait verre, M. Bâtissier fait remarquer que « le verre a bien pu être connu des Hébreux, à la suite de leur captivité en Egypte et de leurs rapports avec les Phéniciens (1). »

Les premières verreries dont nous ayons conservé des monuments industriels irrécusables, sont celles de l'Égypte, et particulièrement celles qui étaient établies à Thèbes.

Sir J. Gardner Wilkinson, dans un ouvrage sur *les Mœurs et les Coutumes des anciens Egyptiens* (1), prouve que la fabrication du verre existait en Égypte, plus de 2000 ans avant notre ère, bien avant que le peuple hébreu fût sorti d'Égypte. L'auteur donne plusieurs peintures trouvées dans des sarcophages des plus anciennes dynasties des rois d'Égypte, et qui représentent, à n'en pas douter, le travail du verre. Ces dessins trouvés dans des tombes de Beni-Hassan, et qui remontent au règne du premier Ousertasen, prouvent que le procédé du soufflage du verre était connu dès cette époque.

Le premier dessin reproduit par sir Gardner Wilkinson, représente un ouvrier prenant du verre dans un four, à l'aide d'un tube qui ressemble à la canne dont se servent les verriers de nos jours. Le deuxième nous montre deux ouvriers assis l'un en face de l'autre, et un fourneau allumé placé entre eux. Ils soufflent chacun un objet de verre, au moyen de leur tube. Le troisième dessin représente deux verriers soufflant tous deux une même pièce (une bouteille) reposant à terre. Un ouvrier placé à droite, se livre à la même opération que ceux du second dessin.

Sir Gardner Wilkinson décrit également un grain de collier en pâte de verre trouvé à Thèbes, et qui porte, pour ainsi dire, avec lui, son acte de naissance. En effet, une légende hiéroglyphique moulée circulairement et en creux, sur ce grain de verre, offre au traducteur le sens suivant : « *La bonne déesse* (c'est-à-dire la reine) *Râ-mâ-kâ aimée d'Athor, protectrice de Thèbes.* » Or *Râ-mâ-kâ* est le prénom de la reine Hatasou, régente de Thoutmosis III, qui régnait quinze siècles avant l'ère chrétienne (2).

D'après l'auteur que nous venons de citer, cette date correspond à 3367 ans avant J.-C.

Sur des momies provenant des catacombes

(1) *Histoire de l'art monumental dans l'Antiquité et au Moyen-âge*, p. 670.

(1) *The Manners and Customs of the ancien Egyptians.*
(2) *La Verrerie*, par Sauzay, in-18. Paris, 1869, p. 7.

de Memphis et de Thèbes on a trouvé beaucoup d'objets en verre, tels que grains de colliers, bracelets, etc., qui prouvent surabondamment que les Égyptiens étaient très-habiles dans la fabrication du verre.

Les nombreux objets en verre que l'on trouve dans des tombeaux auxquels aucun renseignement extérieur ou intérieur ne saurait assigner de date précise, ressemblent parfaitement à ceux qui portent la date de leur fabrication, comme ce grain de collier dont nous venons de parler.

Les fragments ou pièces de verre coloré ne sont pas rares dans les sarcophages égyptiens. Les villes de Thèbes et de Memphis étaient renommées pour la fabrication des verres colorés, qu'elles exportaient en grandes quantités.

Le verre parfaitement incolore que l'on trouve dans beaucoup de sarcophages égyptiens, prouve que l'art de fabriquer le verre était très-perfectionné chez les Égyptiens. Nous verrons plus tard, en effet, que la présence d'un oxyde métallique dans le sable ou dans le *natron* (carbonate de soude), amène une coloration du verre, qui varie selon la nature de l'oxyde.

Après les Égyptiens, les Phéniciens acquirent une juste célébrité dans l'industrie du verre. Comme nous le disions plus haut, les villes de Sidon et de Tyr possédaient des fabriques renommées.

Ce qui porte à considérer l'industrie égyptienne comme antérieure à l'industrie phénicienne, c'est que les Phéniciens furent surtout un peuple commerçant. Or, comme le fait remarquer M. Bontemps, « les nations commerçantes commencent par être les intermédiaires entre les peuples producteurs avant de produire elles-mêmes. » De plus, le sol égyptien fournissait le *natron* que la Phénicie ne possédait pas.

Pline vante beaucoup l'habileté des verriers de Sidon, qui savaient couler et mouler le verre et en fabriquer des objets très-volumineux.

« Il y avait, dit Pline, au témoignage d'Hérodote et de Théophraste, dans le temple d'Hercule à Tyr, une colonne faite, dit-on, d'une seule émeraude, laquelle jetait un éclat extraordinaire. »

Cette colonne ne pouvait être composée d'une autre matière que de verre coloré. Il faut en dire autant de la statue de Sérapis, haute de neuf coudées, dont parle Appien.

Les Égyptiens et les Phéniciens eurent bientôt des concurrents dans l'art de la fabrication du verre.

Cette industrie passa des rivages de l'Égypte et de la Syrie dans les îles de l'archipel grec, et jusqu'en Étrurie. Des fouilles exécutées de nos jours, dans cette dernière contrée, ont fait trouver des vases en *millefiori* dont on avait d'abord attribué la fabrication aux Vénitiens, et qui sont reconnus d'origine bien plus ancienne, c'est-à-dire propres aux habitants de l'Étrurie, province romaine.

Des îles de l'archipel grec, l'industrie du verre rayonna bientôt dans quelques autres contrées.

Les Persans se servaient de vases de verre, coutume qui émerveilla les ambassadeurs athéniens et qui leur sembla le dernier mot du luxe et de la magnificence.

Les Indiens, les Mèdes et les Celtes possédaient, au dire de Pline, des fabriques de verre.

L'Assyrie posséda des verreries à une époque assez reculée. Des fouilles faites, de nos jours, dans l'un des palais de Nemrod, ont mis au jour des vases très-curieux. Le *Musée britannique* possède un de ces vases, sur lequel on voit, d'un côté, un lion, et de l'autre une inscription cunéiforme portant le nom du roi d'Assyrie, Sargon, lequel vivait au huitième siècle avant J.-C.

Les Romains ne se familiarisèrent qu'un peu tard avec les ouvrages de verre : ce fut vers le temps où vivait Cicéron.



Fig. 4. — Verreries égyptiennes.

Les verreries égyptiennes et phéniciennes expédièrent pendant longtemps les objets de verre aux Romains. Cette exportation prit une activité nouvelle lorsque les Romains, maîtres du monde, eurent mis la main sur les richesses des pays qu'ils avaient conquis.

L'emploi du verre prit bientôt de telles proportions chez les Romains, que, sous le règne d'Auguste, on commença à attirer à Rome des verriers égyptiens, afin qu'ils fussent plus à portée de satisfaire rapidement aux fantaisies des acheteurs.

Les verriers trouvèrent en Italie toutes les matières nécessaires à leur industrie, et les fabriques qui furent créées égalèrent bientôt en importance celles de l'Égypte et de la Phénicie.

La première verrerie dont les auteurs latins fassent mention, était située près du cirque Flaminien (Colisée). Il y en eut aussi dans le voisinage du mont Cœlius, non loin du quartier des charpentiers.

« Entre les partisans les plus distingués du verre parmi les Romains, dit Le Vieil, dans l'*Art de la peinture sur verre*, nous reconnaissons Néron, Adrien et ses successeurs jusqu'à Gallien. Trébellius Pollion



Fig. 5. — Verreries romaines.

dans la vie de cet empereur, dit qu'il se dégoûta du verre comme d'une composition trop abjecte, trop vulgaire, et ne voulut plus boire que dans des vases d'or. Mais le même auteur qui nous a transmis ce trait d'histoire, nous apprend aussi que les verreries qui avaient commencé à tomber en décadence sous cet empereur, se relevèrent de leur chute sous Tacite, qui honora les verriers d'une estime particulière, et mit toute sa complaisance dans la perfection et la variété de leurs ouvrages. Alexandre Sévère, ennemi des désordres que le luxe et la débauche avaient occasionnés sous le règne d'Héliogabale, mit la verrerie au rang des arts somptueux, sur lesquels il établit des impôts. Dès le siècle suivant, on vit les empereurs Constantin et Constant exempter des charges et impôts publics les verriers et tous les ouvriers qui employaient le verre, exemple qui fut suivi par Théodose le Grand, par tous ses successeurs, et même par nos rois, qui y ajoutèrent de plus grands privilèges. »

Le verre était fort cher à Rome, du temps des premiers empereurs. Néron paya 6000 sesterces (environ 1200 francs), deux petites coupes de verre.

Au troisième siècle, l'empereur Aurélien, après s'être emparé d'Alexandrie, se fit payer par l'Égypte un tribut d'objets de verre.

Les Romains firent des progrès rapides dans cette nouvelle industrie. Ils fabri-

quaient avec le verre des objets de toute espèce, vases, flacons, urnes, boules, amphores, bouteilles, pots, en verre soufflé, moulé et taillé.

De nombreuses plaques de verre coloré servirent à la décoration du deuxième étage de l'amphithéâtre de Scaurus. Pline dit que cet amphithéâtre est le plus grand qui ait jamais été construit.

« C'était, dit Pline, un théâtre à trois étages, ayant 360 colonnes, et cela dans une ville où 6 colonnes de marbre d'Hymette, chez un citoyen très-considérable, avaient excité des murmures. Le premier étage était en marbre, le second en verre, genre de luxe dont il n'y a plus d'exemples, le troisième en bois doré. »

Les Romains employaient le verre de couleur pour confectionner des cubes vitrifiés

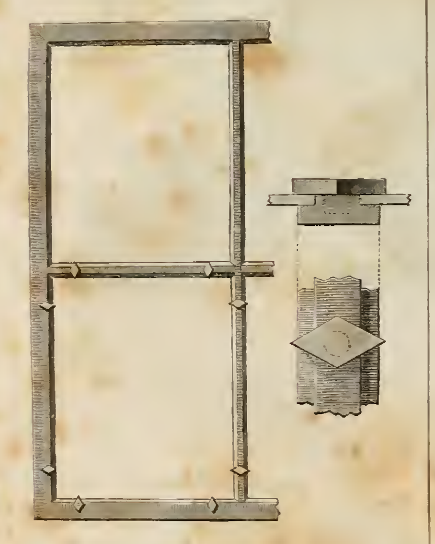


Fig. 6. — Détails des châssis vitrés de Pompéi.

qui servaient à paver les temples religieux.

Vopiscus nous apprend que la maison de Firmus était revêtue tout entière de plaques de verre carrées, scellées dans le mur. Stace parle de plaques de verre qui ornaient les plafonds des bains d'Etruscus. Ces verres étaient teints dans la masse et décorés de peintures. On fit même avec ces fragments de verre coloré des tableaux en mosaïque.

Les vitres furent-elles connues des Romains? A cette question bien des réponses avaient été faites, fondées sur l'interprétation des textes grecs et latins, lorsqu'une découverte décisive vint trancher le différend. Dans quelques maisons de Pompéi, mises au jour pendant la première moitié de notre siècle, on trouva des vitres encore en assez bon état. Laissons parler l'architecte Mazois qui a recueilli, dans son remarquable ouvrage, *les Ruines de Pompéi*, tout ce qui se rapporte à cette antique cité, qui fut engloutie, en l'an 79 de notre ère, sous les poussières du Vésuve.

« Si la question de l'emploi des vitres chez les anciens, dit Mazois, était encore douteuse, nous trouverions dans cette salle de bains un témoignage propre à la résoudre : les siècles y ont conservé un châssis vitré en bronze, qui détermine non-seulement la grandeur et l'épaisseur des vitres employées, mais encore la manière de les ajuster. Les figures 38 et 39 (1), qui donnent l'ensemble et les détails de ces châssis, font voir que ces vitres étaient posées dans une rainure, et retenues de distance en distance par des boutons tournants qui se rabattaient sur les vitres pour les fixer; leur largeur est de 20 pouces ($0^m,54$ environ) sur 28 pouces ($0^m,72$) de haut, et leur épaisseur de plus de 2 lignes (5 à 6 millimètres). »

En visitant Pompéi, en 1865, nous avons vu nous-même un fragment de vitre adhérant encore à une ouverture qui servait de fenêtre à une salle obscure et basse. En contemplant ce témoignage authentique de la vitrerie romaine, nous ne pouvions nous empêcher de sourire au souvenir de nombreuses dissertations auxquelles avait donné lieu, avant la découverte de Pompéi, cette thèse archéologique que les Romains n'avaient pas connu les vitres!

(1) La figure 6, que nous donnons ici, reproduit celles de Mazois.

M. Bontemps, qui a soumis à un minutieux examen quelques fragments de ces vitres, a reconnu qu'elles avaient été, non pas soufflées, mais coulées. « Il est vraisemblable, dit cet auteur, qu'on versait dans l'intérieur d'un cadre métallique de la grandeur de la vitre que l'on voulait obtenir, le verre que l'on avait extrait du creuset avec une cuiller. » Ainsi le coulage des vitres ou des glaces, qui a été réalisé seulement au XVIIIe siècle, aurait été, à l'état rudimentaire, déjà pratiqué par les verriers romains.

Le verre des vitres de Pompéi est d'une couleur vert bleuâtre. Il a donné à l'analyse le résultat suivant, que nous mettons en regard de l'analyse d'un verre moderne.

	Verre de vitre de Pompéi.	*Verre de vitre moderne.*
Silice	69,43	69,6
Chaux	7,24	13,4
Soude	18,24	15,2
Alumine	3,55	1,8
Oxyde de fer	1,15	
— de manganèse	0,39	
Cuivre	Traces.	
	100 »	100 »

Les proportions de silice et de bases offrent, on le voit, peu d'écart dans ces deux verres.

Ce qu'il y a de remarquable dans la verrerie romaine, ce sont les verres à plusieurs couches, de différentes teintes. Ils présentent des figures d'une certaine couleur qui se détachent sur un fond d'une autre couleur. Peu de pièces entières de ce genre de verrerie romaine sont parvenues jusqu'à nous, mais nous en possédons des fragments qui donnent encore une haute idée de l'habileté des verriers de l'Italie ancienne.

Pendant que je visitais, à Naples, le musée où sont réunies les antiquités de Pompéi, j'y rencontrai un habile connaisseur en matière de verrerie, car il a été lui-même fabricant de verrerie. C'était M. Gerspach, aujourd'hui attaché à la direction des Beaux-Arts. M. Gerspach admirait beaucoup les verreries romaines en verre doublé, et il m'assurait que les procédés modernes seraient impuissants à exécuter telle ou telle pièce qu'il désignait. Ce fait prouve suffisamment que l'art de la verrerie était singulièrement perfectionné chez les Romains.

Le musée de Londres possède un des chefs-d'œuvre de cet art ancien : c'est ce vase célèbre connu sous la double désignation de *vase Barberini* et de *vase de Portland*, du nom de deux de ses propriétaires successifs, le prince Barberini et la duchesse de Portland. Cet objet précieux fut trouvé dans le sarcophage d'Alexandre Sévère, mort en 235 après J.-C. Il est décoré de camées en émail d'un blanc laiteux, qui se dessinent en relief sur un fond en verre bleu. C'est le plus remarquable échantillon antique de ce qu'on désigne aujourd'hui sous le nom de *verre double*. La figure 8 (page 16) représente ce spécimen précieux de la verrerie romaine artistique.



Fig. 7. — Vase de Strasbourg.

Quand les Romains eurent, sous Jules César, conquis la Gaule, ils introduisirent dans ces



Fig. 8. — Vase Barberini.

contrées leurs industries, et celle du verre fut du nombre. C'est pour cela que l'on trouve dans les tombeaux gallo-romains tant de vases de verre qui ressemblent entièrement à ceux de fabrication romaine.

Un assez grand fragment d'un remarquable vase en verre qui fut trouvé à Strasbourg en 1825, montre à quel degré était arrivé dans les Gaules l'art de la verrerie décorée. La figure 7 (page 15) représente ce vase dont l'inscription prouve, d'après M. Schweighæuser, bibliothécaire de Strasbourg, qu'il a appartenu à l'empereur Maximien Hercule, né 250 ans après J.-C., et qui séjournait particulièrement en Gaule. Cette coupe de verre entourée d'une sorte de grillage en verre de couleur prouve suffisamment combien l'art de la verrerie était avancé dans les Gaules au IIIe siècle.

Il faut en dire autant pour l'Espagne. Et c'est ce qui explique l'analogie des objets de verre que l'on trouve dans les tombeaux anciens, en Espagne, en France et en Italie.

On ne saurait affirmer que l'art de la verrerie ait prospéré en Grèce, car les auteurs grecs n'en font point mention. Toutefois M. Labarte regarde comme certain que les Grecs travaillaient le verre en même temps que les Romains. Il pense même que ce furent les Grecs qui, à la décadence de l'empire romain, eurent le mérite de conserver les traditions de l'ancienne verrerie. D'après Le Vieil, l'île de Lesbos était particulièrement célèbre par ses fabriques de verre.

CHAPITRE II

LA VERRERIE AU MOYEN-AGE. — VERRERIE BYZANTINE. — VERRERIE VÉNITIENNE. — IMPORTANCE DE L'INDUSTRIE VERRIÈRE DANS L'ÉTAT DE VENISE. — LOIS ET RÈGLEMENTS DU CONSEIL DES DIX. — L'EXERCICE DE LA PROFESSION DE VERRIER A VENISE. — VERRERIE ALLEMANDE. — VERRERIE DE BOHÈME.

Au IVe siècle, l'empire romain s'étant démembré, et Constantin ayant transporté



Fig. 9. — Le doge de Venise visitant les verreries de Murano.

à Byzance le siége d'un empire nouveau, l'art de la verrerie tomba rapidement en décadence, et cette industrie finit par disparaître de l'Occident. Constantin Ier, qui attirait à Byzance, la nouvelle capitale, les artistes en tout genre, n'eut garde d'oublier les verriers; il y fit venir les fabricants romains et gaulois.

Les manufactures furent établies près du port de Byzance. L'industrie verrière obtint de la part des empereurs du Bas-Empire une protection toute particulière. Une loi du Code Théodosien exempta les verriers de tout impôt.

Sous une telle impulsion et avec ces priviléges, la verrerie byzantine fit de rapides progrès. Elle jouissait, au xe siècle, d'une telle faveur, dit M. Labarte (1), que ses produits étaient comptés parmi les beaux présents que les empereurs d'Orient envoyaient aux rois d'Occident. En 926, l'empereur Lecapène envoya à Hugues, roi d'Italie, des vases de verre de fabrique byzantine.

Les verreries n'étaient pas toutes concentrées à Byzance. Il en existait aussi à Thessalonique, en Macédoine. Celles d'Égypte et de Phénicie n'avaient pas, d'ailleurs, disparu. Même après la conquête de l'Égypte et de la Syrie par les Arabes, elles continuèrent de produire, épargnées par les vainqueurs, auxquels elles devaient rapporter de grandes richesses.

(1) *Histoire des arts industriels au Moyen âge et à l'époque de la Renaissance.*

Pendant le Moyen Age, l'industrie verrière fut donc exploitée surtout dans les pays de l'Orient. Elle livrait d'admirables œuvres où la fantaisie byzantine se donnait libre carrière : « C'étaient, dit M. Labarte, des vases en verre coloré, rehaussés d'applications d'or, de peintures en émaux de couleur et d'ornements en filigrane de verre. »

Le traité du moine Théophile (1), dont la date précise de publication est inconnue, mais qui paraît appartenir au XIIe ou au XIIIe siècle, nous apprend de quelle manière ces vases étaient fabriqués.

« On trouve, dit Théophile, dans les mosaïques des édifices antiques des païens diverses espèces de verre, à savoir du blanc, du noir, du vert, du jaune, du bleu, du rouge, du pourpre ; il n'est pas transparent, mais opaque comme du marbre. Ces verres ressemblent à ces petites pierres carrées dont sont faits les émaux sur or, sur argent et sur cuivre. »

Ces *petites pierres* sont évidemment des cubes de verre coloré par divers oxydes métalliques, auxquels on a ajouté de l'oxyde d'étain, pour les rendre opaques. Ce verre opaque et coloré servait à fabriquer les émaux que l'on incrustait sur métal.

Le moine Théophile nous apprend comment les Grecs du Bas-Empire décoraient les vases de verre opaque de couleur bleu-saphir. Il y avait trois manières. La première consistait à découper des figures quelconques dans une épaisse feuille de verre, à fixer cette feuille découpée sur le vase, à la couvrir d'un verre très-fusible préalablement mis en poudre et appliqué en couche très-mince sur la feuille de verre. On portait ensuite ce vase dans un fourneau, où la couche de poudre vitreuse entrait en fusion.

La seconde manière consistait à enrichir les vases de sujets ou d'ornements dorés ou argentés, qu'on dessinait sur le vase avec un pinceau mouillé d'eau et portant de l'or ou de l'argent en feuilles. On recouvrait ensuite le tout d'un enduit de verre fusible analogue au précédent, et, en faisant fondre au feu cette couche extérieure, on composait un vernis propre à préserver la dorure.

Dans le troisième mode de décoration, dit M. Labarte (1), les peintures étaient exprimées au moyen d'émaux dont on se servait pour les incrustations. Les différentes couleurs d'émail étaient pulvérisées séparément, appliquées au pinceau et rendues adhérentes par l'action d'une température élevée.

Les ouvriers byzantins étaient d'une habileté remarquable. Outre les procédés antiques, originaires de l'Égypte et de la Phénicie, ils faisaient usage de moyens nouveaux et ingénieux, qui avaient été inconnus à l'Antiquité. De tous les produits de l'art de la verrerie byzantine, les plus utiles furent les vitres, ou plutôt les *vitraux*, dont les Romains avaient les premiers inauguré la fabrication et l'usage.

Au IVe siècle, deux auteurs chrétiens, Lactance et saint Jérôme, parlent de vitres placées aux fenêtres des églises. Ce fut, en effet, dans les églises que l'on vit d'abord reparaître les vitres, dont l'usage s'était perdu depuis les Romains.

Fortunat de Poitiers, contemporain de Grégoire de Tours, dans ses poésies latines, fait honneur aux saints évêques de son temps (VIe siècle) du soin qu'ils prenaient d'éclairer leurs églises avec de grandes fenêtres garnies de verre.

Jusqu'au VIIe siècle, on n'employa le verre pour les vitres que sous forme de petites pièces rondes que l'on désignait sous le nom de *cives*. On voyait alors aux fenêtres des églises des vitres de différentes dimensions.

L'usage des vitres pénétra en Angleterre au VIIe siècle ; et au VIIIe siècle il s'introduisit en Italie, ainsi qu'en Allemagne. Pendant les

(1) *Diversarum artium Schedula.*

(1) *Description de la collection Debruge-Duménil.*

XIe et XIIe siècles, l'usage des vitres était général dans les églises.

C'est, en effet, au XIIe siècle que l'on voit apparaître en Europe les premiers produits de la peinture sur verre.

A la même époque, on commença à se servir du verre blanc pour garnir les fenêtres des maisons.

Il est extrêmement difficile de fixer l'époque où, pour la première fois, fut inventé l'art de garnir les fenêtres des maisons de carreaux de vitres. Écoutons à ce sujet quelques auteurs. « Les Anglais, dit le P. Levieil, dans l'*Art de la peinture sur verre*, ne savaient pas encore ce que c'était que verrerie ni vitrerie, jusqu'à ce que saint Wilfrid eût fait venir de France des vitres et des vitriers pour fermer les fenêtres de sa cathédrale d'York, que saint Paulin avait fait bâtir. » « Chose nouvelle en ce pays, dit M. l'abbé Fleury, et nécessaire contre la pluie et les oiseaux. »

Le même historien nous apprend, d'après Bède et les actes des évêques d'York, que saint Benoît Biscop, ayant passé en France cinq ans après saint Wilfrid, en emmena des maçons pour construire l'église et les bâtiments de son monastère de Viremouth, dans la Grande-Bretagne; que, peu de temps après, il fit également venir de France des verriers et des vitriers, qui y firent les premières vitres qu'on ait vues dans ce royaume, et en garnirent les fenêtres de l'église et du monastère.

Ce fut donc des Français que les Anglais apprirent l'art de la verrerie et de la vitrerie. Ils ne tardèrent pas, d'ailleurs, ajoute l'abbé Fleury, à s'y rendre habiles; car les saints évêques Villebrod, Ouinfrid et Villebade, Anglais d'origine, en portèrent, dans leurs missions, la connaissance pratique chez les Allemands.

S'il est démontré que la France a, la première, fabriqué des carreaux de vitres, il est plus difficile de fixer la date exacte de cette invention. M. Péligot, dans son rapport sur les *produits des verreries à l'Exposition universelle de* 1855, donne à ce sujet les renseignements suivants :

« Il est impossible de fixer d'une manière précise l'époque à laquelle l'usage des vitres blanches se répandit parmi nous : il paraît que cet usage n'est pas encore fréquent, même pour les églises, dans les premières années du XIVe siècle. Berneton de Perin, dans sa Dissertation sur l'art de la verrerie, insérée dans le *Journal de Trévoux*, avance que, dès le XIIIe siècle, cet emploi existait en France ; mais c'est là une simple conjecture. Les premières fabriques de verre à vitres ne datent que du XIVe siècle, sous Philippe IV et le roi Jean. A la vérité, il s'en établit neuf en moins d'un demi-siècle. « Mais on ne doit pas s'imaginer, « dit encore Levieil, que l'usage des vitres blanches « fût déjà accrédité pour en être la seule cause : car, « quoiqu'il paraisse qu'on n'y fabriquait que du verre « en plats, il est certain que tous les plats de verre « qu'on y *ouvrait* n'étaient pas de vitres blanches. « Les vitriers, dans les démolitions qu'ils font journellement des vitres peintes de ce temps-là, trouvent souvent des boudins de verre de couleur qui « avait été ouvert en plats. »

« Au XVIe siècle, les fenêtres des bâtiments, jusqu'alors fort étroites, devinrent plus grandes. François Ier donna l'exemple de cette innovation, en faisant agrandir celles du Louvre pour la réception de l'empereur Charles-Quint. La consommation du verre peint en blanc devint alors beaucoup plus considérable ; néanmoins l'usage exclusif des vitres blanches d'un seul morceau ne prévalut qu'au siècle de Louis XIV.

« Plusieurs faits curieux, mentionnés dans le *Traité sur l'Art de la verrerie*, qui fait partie du *Cabinet Cyclopædia*, prouvent combien le verre à vitres était rare et précieux en Angleterre, il y a quelques siècles. Dans la seconde moitié du XVIe siècle, en 1567, il fut recommandé, lors d'une inspection faite dans les domaines du duc de Northumberland, d'enlever les carreaux de vitres des fenêtres pendant l'absence du duc et de sa famille, et de les déposer en lieu sûr, pour les remettre en place lors de son retour. En Écosse, même après 1661, les fenêtres des habitations particulières n'étaient pas garnies de vitres ; on n'en voyait qu'aux fenêtres des principales chambres des palais du roi. Je rappellerai que, vers la fin du XVIIe siècle, il existait encore à Paris des ouvriers spéciaux, les *châssissiers*, qui garnissaient les fenêtres de carreaux de papier. Cet art est décrit avec détail dans l'ancienne *Encyclopédie méthodique*.

« Un vieux proverbe français disait : « L'abbaye est « pauvre, les vitres ne sont que de papier. »

A la fin du XVIe siècle, il n'y avait encore en Angleterre que les palais et châteaux royaux qui fussent garnis de vitres. Encore les soins qu'on apportait à leur conservation étaient-ils excessifs, comme le lecteur va en juger par l'extrait qui va suivre de la minute d'un plan du château d'Alaweik, qui porte la date de 1557 :

« Et parce que, dans les grands vents, les vitres de ce château et des autres châteaux et maisons de Monseigneur se détériorent et se perdent, il serait bon que toutes les vitres de chaque fenêtre, lorsque Sa Seigneurie part, après avoir séjourné à aucun desdits châteaux et maisons, et pendant son absence ou celle des autres personnes y demeurant, fussent démontées et mises en sûreté; et si, à quelque moment, Sa Seigneurie ou d'autres séjournaient à aucun desdits endroits, on pourrait les remettre sans qu'il en coûtât beaucoup à Sa Seigneurie, tandis qu'à présent le dégât sera très-coûteux et demandera de grandes réparations. »

L'usage de vitres faites d'un seul morceau ne fut adopté en France que sous le règne de Louis XIV, alors que Colbert avait fait venir en France d'habiles ouvriers de Venise. C'est en effet la ville industrieuse et commerçante de Venise qui, au Moyen âge, eut le bonheur d'enlever à l'Orient le monopole important de la fabrication des verres artistiques.

Pendant les XIe et XIIe siècles, Venise était devenue la reine de la Méditerranée. Sa puissance était formidable, sa flotte nombreuse, son commerce très-étendu. Au commerce elle ne tarda pas à joindre l'industrie. Aussi, après la prise de Constantinople par les Latins en 1203, l'un des grands événements du XIIIe siècle, Venise eut-elle l'idée d'attirer dans ses murs les verriers byzantins et grecs. Le gouvernement vénitien appela dans la cité des lagunes les ouvriers et les fabricants échappés de Constantinople. Elle les déclara citoyens de l'État, et leur accorda tous les priviléges attachés, dans cette ville, à la profession de verrier. De cette époque date l'importance des verreries vénitiennes.

Imitant en cela la conduite des premiers empereurs de Byzance, le gouvernement vénitien protégea l'industrie verrière. Il aimait cette industrie, dit Carlo Marin, « comme la prunelle de ses yeux. » Grâce à cette protection qui ne se démentit jamais, Venise éclipsa toutes les autres villes où l'on fabriquait du verre. Pendant plusieurs siècles elle fit porter par ses nombreux vaisseaux, dans toutes les parties de l'Europe et de l'Orient, les productions variées de ses célèbres fabriques. Elle s'enrichit considérablement à cette exportation.

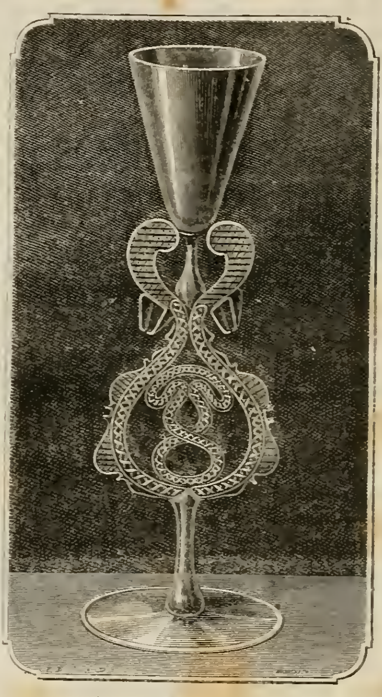


Fig. 10. — Verrerie vénitienne.

Vers la fin du XIIIe siècle, le Conseil des Dix ordonna que les verreries seraient reléguées dans la petite île de Murano, qui touche Venise. Le prétexte de cette mesure était le danger des incendies, mais son vé-

ritable motif, c'était la surveillance à exercer sur les ouvriers et les fabricants.

La bijouterie de verre (perles, pierres fausses et autres objets d'ornement) trouvait à l'étranger des débouchés immenses. Venise expédiait en Égypte, en Éthiopie, en Abyssinie, sur le littoral septentrional de l'Afrique, dans l'Asie centrale, aux Indes, et même en Chine!

Venise avait dû cette dernière extension de son commerce à l'un de ses enfants, le célèbre voyageur Marco-Polo. Celui-ci, après avoir passé vingt ans (1275-1295) à la cour d'un roi d'Asie, et parcouru l'Asie centrale, fit connaître, à son retour dans sa ville natale, les mœurs des habitants des régions qu'il avait explorées, leur avidité pour le clinquant et le voyant. Il indiqua avec la plus grande exactitude les routes à suivre pour répandre dans cette partie de l'Orient les produits de l'industrie vénitienne. Sur les indications de Marco-Polo, deux verriers vénitiens, Cristoforo Briani et Dominico Miotti, imitèrent avec du verre coloré les agates, les grenats et les différentes pierres précieuses. Comme ces produits eurent beaucoup de succès en Asie, Briani et Miotti formèrent des élèves dans l'art du *margaritaire*, qu'ils avaient créé. Cet art nouveau fut ainsi appelé parce qu'on désignait à cette époque les perles et les pierres précieuses sous le nom de *margarita*. On fit, avec ces perles fausses, des chapelets et des rosaires, qu'on expédia en Terre Sainte, et que les pèlerins qui revenaient du Saint Sépulcre, répandaient ensuite dans toute l'Europe (1).

Pendant le XIVe siècle la fabrication de la verroterie nuisit à celle des vases de verre décorés avec luxe. A cette époque, c'étaient encore les fabriques de Constantinople, celles de Phénicie et d'Égypte (ces dernières désignées sous le nom collectif de verreries de Damas), qui fournissaient aux princes et aux seigneurs ces vases richement ornementés dont on lit la description dans les inventaires des rois. Mais au XVe siècle, après la prise de Constantinople par les Turcs (1453), beaucoup d'artistes quittèrent l'Orient, et se réfugièrent en Italie. Venise inaugura alors la période nouvelle, et la renaissance du goût produisit des chefs-d'œuvre qui ne le cédaient en rien à ceux des temps antérieurs.

« Les produits que livra Venise se distinguèrent dès lors, dit M. Jules Magny, par une élégance et une délicatesse extrêmes. Les échantillons recueillis au Musée du Louvre peuvent en donner une idée. C'étaient des coupes, des plateaux, des verres de forme carrée, évasée, à pans; des bouteilles à col droit et long, à panses décorées de figurines; des vases en verre incolore, cannelé, à pâte sablée d'or; des aiguières à anses denticulées, à tiges creuses, dorées, enguirlandées; des bouteilles d'échanson, des pots



Fig. 11. — Vidrecome allemand.

(1) Turgan, *les Grandes Usines*, Verreries de Murano, in-4°. Paris, 1870.

à anses, à rosaces dorées, garnis d'entrelacs en émaux de couleur ; des verres à pied de toutes formes ; des assiettes en verre incolore décorées extérieurement de verre de couleur, d'émaux, d'ornements dorés, de torsades à jour, de filets croisés; des vases en verre craquelé, filigrané, blanc, opaque, coloré, avec ou sans rosaces; des miroirs magnifiques, aux encadrements somptueux, enrichis de cabochons et de pierres précieuses (1). »

Aussi le gouvernement vénitien prenait-il les plus grandes précautions pour tenir secret l'art de cette fabrication. Aucun étranger n'était admis dans les ateliers; les biens de tout ouvrier qui quittait sa patrie étaient confisqués. Les fours et tout le matériel des fabriques de verre étaient relégués dans l'île de Murano. Là, on fabriquait les glaces, qui étaient ensuite polies à Venise. La besogne était partagée entre les ouvriers qui, occupés à un seul genre de travail, ne possédaient pas le secret tout entier de la fabrication. Des lois sévères, promulguées par le conseil des Dix, défendaient aux ouvriers de rien révéler à l'étranger. L'article 26 des statuts déclare que « si un ouvrier transporte son art dans un pays étranger, au détriment de la République, il lui sera envoyé l'ordre de revenir. S'il n'obéit pas, on mettra en prison les personnes qui lui appartiennent de plus près... Si, malgré l'emprisonnement de ses parents, il s'obstine à vouloir demeurer à l'étranger, on chargera quelque émissaire de le tuer. » *Dura lex!* La loi était dure ; mais le conseil des Dix ne faisait pas les choses à demi.

Les priviléges particuliers accordés à l'industrie du verre, tempéraient la sévérité de ce code draconien. Les habitants de Murano avaient le titre de citoyens de Venise, avec les droits y attenants, en particulier celui de pouvoir prétendre aux plus hauts emplois de la République. Il y avait une législation spéciale, applicable seulement à l'île de Murano. Les nobles patriciens pouvaient, sans déroger, s'allier aux filles des maîtres verriers, et les enfants issus de ces unions conservaient leurs titres de noblesse. Les doges faisaient, de temps en temps, une visite officielle, pour ainsi dire, aux principales verreries de Murano, et marquaient ainsi l'importance qu'ils attachaient à cette branche nourricière de l'industrie de Venise (fig. 9, page 17).

Ainsi contenue et protégée à la fois par des peines et des récompenses, la verrerie acquit à Venise une prospérité qui fut pour la cité la source de revenus immenses. La richesse fabuleuse des Vénitiens au Moyen Age, tirait sa source principale de la fabrication des glaces, ainsi que des verres peints et colorés.

Cependant, malgré les décrets tyranniques du gouvernement vénitien, l'industrie de la décoration du verre pénétra en Allemagne, vers le XVIe siècle. L'immense succès des produits de Venise avait excité l'émulation de l'Allemagne, qui se mit à fabriquer des objets de verre coloré, et le caractère national donna à ce produit un cachet tout particulier d'originalité. Les vases que l'industrie allemande produisit, et qui sont connus sous le nom de *Vidrecomes*, ont presque tous la forme cylindrique. De dimensions très-variées et parfois excessives, ils portent des peintures émaillées, dont les motifs les plus fréquents représentent l'aigle impériale portant des armoiries sur ses ailes, ou bien l'Empereur et les électeurs de l'Empire. Les écus armoriés sont un motif qui se répète souvent. Ces vases, qui ont un caractère de lourdeur très-prononcé, ne manquent pas cependant de goût artistique. Les verreries allemandes fabriquèrent aussi des coupes, des veilleuses, des assiettes en verre incolore ou coloré, décoré de bandes d'émail.

Vers le XVIIe siècle, le goût des verres émaillés fit place à celui des verres taillés et gravés. Cette fabrication élut domicile en Bohême.

A cette époque, l'orgueilleuse Venise était déchue de son ancienne splendeur. Elle n'était plus la reine des mers. La découverte de

(1) *Histoire d'un morceau de verre*, in-12. Paris, 1859, p. 199.

la route des Indes par le cap de Bonne-Espérance lui avait enlevé une grande partie de ses relations commerciales avec l'Orient; les Turcs avaient anéanti sa flotte; enfin l'illustre Génois Christophe Colomb avait découvert le Nouveau Monde.

C'est après cette suite de revers que l'industrie verrière passa en Allemagne, et de là en Bohême, où elle acquit une renommée qu'elle a, d'ailleurs, conservée jusqu'à nos jours.

Les verreries de Bohême inaugurèrent un système nouveau d'ornementation : la gravure. Cette nouveauté séduisit, et elle eut l'avantage de faire produire un verre épais, très-blanc et très-pur. D'habiles artistes furent employés à graver sur cette fragile substance, des arabesques, des ornements, des portraits, des paysages.

Comme on l'a vu, par le passage que nous avons cité du livre du moine Théophile, la France possédait, vers le XII[e] siècle, et dans les siècles suivants, des fabriques de vitraux d'église. Mais elle ne fabriquait pour ainsi dire que cette verrerie religieuse.

Vers le milieu du XVII[e] siècle, Colbert, l'éminent ministre de Louis XIV, songea à doter la France d'une fabrique de glaces qui pût faire concurrence à celles de Venise. Il séduisit à prix d'or des ouvriers de Murano, et une importante fabrique de glaces fut fondée à Tour-la-Ville, près de Cherbourg, sous la direction du sieur Poquelin, de Beauvais, qui était, selon la tradition, le propre cousin de l'auteur du *Misanthrope*. On y produisait des glaces par le procédé du soufflage employé à Venise.

Vingt ans après la création de cet établissement, Lucas de Nehou inventa un procédé nouveau pour la fabrication des glaces. Au procédé du *soufflage*, il substitua celui du *coulage*. On put obtenir, par ce moyen nouveau, des pièces d'une plus grande dimension. La manufacture de Saint-Gobain, où fut mis pour la première fois en œuvre ce procédé rapide, fut créée en 1691 par Abraham Tewart. Cette manufacture n'a jamais cessé de prospérer, et elle se livre encore aujourd'hui à cette fabrication, dans laquelle on ne lui connaît point d'égale.

Vers la fin du XVIII[e] siècle, une nouvelle espèce de verre fut découverte : c'est cette substance lourde, brillante et sonore, que l'on nomme *cristal*. Cette découverte se fit en Angleterre, où l'on comptait des verreries presque aussi anciennes que les nôtres. La fabrication du cristal passa bientôt en France. Dès 1784, un four à cristal fut établi à Saint-Cloud, par un verrier français nommé Lambert.

Dans notre siècle, l'industrie du verre et du cristal a fait des progrès immenses. L'usage de la verrerie s'étend aujourd'hui à toute les classes, et fournit les ustensiles les plus précieux, car à une propreté extrême, à un entretien très-facile, le verre joint l'avantage d'un prix modique. Le verre est une substance dont personne ne saurait se passer dans la vie domestique, et dans la science c'est la matière indispensable.

CHAPITRE III

PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DU VERRE.

Qu'est-ce que le verre? D'après M. Dumas, le verre est un véritable sel : un silicate, à bases de potasse, de soude, de chaux, d'oxyde de fer, d'alumine ou d'oxyde de plomb, dans lequel on peut remplacer l'une de ces bases par l'autre, pourvu qu'il reste toujours dans le composé une base alcaline (1).

Cette définition est trop absolue. L'analyse chimique et la pratique montrent que ce sel multiple qui, d'après M. Dumas, constitue

(1) On désigne, en chimie, sous le nom général de *base*, tout corps susceptible de se combiner aux acides. Les *bases* principales sont les oxydes métalliques.

le verre, n'obéit pas aux lois des proportions définies qui régissent les autres sels. Les éléments de certains verres doués de propriétés remarquables de solidité et d'inaltérabilité, sont très-loin d'être en proportions définies.

Voici notre définition ; elle est moins scientifique, peut-être, mais plus précise :

Le verre est une substance diaphane, composée d'un mélange de silicates alcalins et terreux, de couleur quelconque, cassante, dure à la température ordinaire, fusible à la chaleur d'un feu ardent, et malléable dans cet état.

Ce produit de l'industrie chimique s'obtient en fondant dans un creuset, chauffé à une haute température, un mélange de silice et d'une ou plusieurs bases.

En modifiant la nature et les proportions des éléments qui constituent le verre, on arrive à obtenir les variétés de verre employées dans l'industrie, à savoir :

Le *verre à vitres*, composé de silice, de soude et de chaux ;

Le *verre à bouteilles*, formé de silice, de soude (ou potasse), de chaux, d'alumine et de fer ;

Le *verre de Bohême*, formé de silice, de potasse et de chaux ;

Le *crown-glass*, dont la composition est à peu près la même que celle du verre précédent ;

Le *cristal*, formé de silice, de potasse et d'oxyde de plomb ;

Le *flint-glass*, qui est un cristal plus riche en plomb que le précédent ;

Le *strass*, qui est un cristal plus riche encore en plomb que le flint-glass ;

L'*émail*, formé de silice, d'oxyde d'étain, de potasse et d'oxyde de plomb (on remplace parfois dans les émaux la potasse par la soude, et l'étain par l'antimoine) ;

Enfin le *verre de Fuchs*, ou *verre soluble*, composé de silicate de potasse ou de silicate de soude, dans lequel la base prédomine beaucoup, ce qui rend le composé soluble dans l'eau.

Tous ces verres, quelle que soit leur nature, ont tous, comme on le voit, un élément commun : la silice.

Selon leur nature et leurs proportions, les bases modifient la fusibilité du verre, sa dureté, sa densité, son pouvoir réfringent, sa solubilité dans l'eau.

Tous les verres, sauf le verre de Fuchs, sont insolubles dans l'eau. Ce n'est qu'à la longue et très-lentement que certains verres subissent l'action de l'eau, qui tend à les décomposer en un silicate alcalin soluble et en silicates terreux insolubles. Toutefois, lorsque le verre a été réduit en une poudre très-fine, cette décomposition, comme nous le verrons plus loin, est assez rapide.

Le verre est un très-mauvais conducteur de l'électricité. La plupart des expériences sur l'électricité sont fondées sur cette propriété du verre. Cependant tous les verres ne jouissent pas au même degré de la non-conductibilité électrique : le cristal est moins isolant que le verre ordinaire, et de deux variétés de cristal, la plus dure est celle qui isole le mieux.

Le verre est d'autant meilleur isolant pour l'électricité, qu'il attire moins l'humidité de l'air. Les glaces que l'on fabrique aujourd'hui, étant fort *hygrométriques*, sont impropres à fournir des plateaux de machine électrique. Nos fabricants d'instruments de physique recherchent donc les glaces anciennes, qui remontent à une époque où la concurrence ne forçait pas les manufacturiers à hâter leur production.

Le verre est un très-mauvais conducteur du calorique. C'est là ce qui occasionne les fractures d'objets en verre sous l'influence d'un brusque changement de température. Le même effet a lieu, en sens inverse, lorsqu'à une température élevée succède rapidement la température ordinaire. De là vient, pour le verrier, la nécessité de *recuire* les pièces de

Fig. 12. — Une verrerie moderne.

verre, c'est-à-dire de les laisser refroidir très-lentement et de n'arriver à la température



Fig. 13. — Larme batavique.

ordinaire qu'après avoir passé par toutes les températures intermédiaires. L'opération du *recuit* consiste à maintenir dans un four très-chaud le verre qui vient d'être fabriqué, en laissant le four se refroidir très-lentement. De cette manière, toutes les parties de la pièce se refroidissent simultanément, passent par les mêmes températures décroissantes, et les parties solides prennent leur arrangement d'équilibre. Il résulte de là que la rupture de la pièce par tension inégale des molécules, au moment d'un changement subit de température, ne sera plus autant à craindre plus tard.

Les *larmes bataviques* nous montrent à un très-haut degré la fragilité du verre quand il a été subitement refroidi. On obtient les *larmes bataviques* en faisant tomber des gouttes de verre fondu dans de l'eau froide; elles ont la forme de petites masses ovoïdes, terminées par une pointe longue et très-déliée.

Ces gouttes de verre, étant subitement refroidies par le contact de l'eau, se solidifient à l'extérieur, alors que leurs parties intérieures sont encore en fusion. Dès lors, la partie refroidie est dans un véritable état de tension, et elle exerce sur l'enveloppe un effort considérable. Cette tension est tout intérieure, car les larmes bataviques peuvent subir sans se briser une pression et même un choc. Mais si l'on vient à détruire la solidarité établie entre toutes les particules du verre de la goutte refroidie, en cassant, par exemple, son extrémité, toute la masse éclate aussitôt avec bruit et vole en éclats. C'est une expérience que l'on ne manque jamais de faire dans les cours de physique et de chimie.

Un effet du même genre se produit avec un objet de verre que l'on appelle *fiole philosophique*. Ces fioles ne sont autre chose que les épreuves que font les verriers avec le verre en fusion, pour connaître sa couleur. A cet effet, l'ouvrier prend au bout de sa canne, dans le creuset, une petite masse de verre, la souffle, puis il aplatit la calotte de la sphère, de manière à lui donner la forme ci-contre, et il la laisse refroidir à l'air.



Fig. 14. — Fiole philosophique.

Le verre de cette fiole se trouve dans un état d'équilibre forcé, comme dans les *larmes bataviques*. Un choc extérieur n'amènerait pas sa rupture; mais si l'on projette dans son intérieur un corps dur, par exemple une bille ou un morceau de verre, l'équilibre se rompt et la fiole vole en éclats. Toutefois les fragments sont beaucoup moins nombreux que dans le cas de la rupture des larmes bataviques.

Quand on visite une verrerie par instruction ou par curiosité, les ouvriers ne manquent pas de vous offrir une de ces *fioles philosophiques*, que l'on désigne quelquefois sous le nom d'*harmonica*, parce que la mince surface de la calotte aplatie fait entendre un son harmonieux, quand on souffle légèrement le long de sa surface.

Le verre non recuit se fend et se casse aisément quand on lui fait subir un brusque changement de température. Les verriers mettent constamment cette propriété à profit pour séparer de leur canne les objets soufflés, pour fendre les manchons de verre, ainsi que pour détacher le verre qui adhère à leurs outils. A cet effet, ils touchent avec un fer froid l'objet de verre encore brûlant dans les points ou bien suivant la ligne où ils veulent déterminer la rupture, puis ils le cassent aisément, au moyen d'un coup *sec*, c'est-à-dire brusque.

Tous les verres sont durs à la température ordinaire; mais cette dureté varie avec leur composition. Les verres à base de potasse sont les plus durs. Après eux, viennent les verres à base de soude. Le cristal, qui est beaucoup moins dur, se taille bien plus facilement que les verres proprement dits.

Le verre est flexible et élastique; après avoir fait preuve de flexibilité, il revient à sa forme première, quand la cause qui avait produit sa déformation disparaît. Toutefois, M. Péligot a observé sur une lame de verre, que ce retour à la forme primitive n'a pas lieu quand la cause persiste trop longtemps.

« Le verre est compressible, dit M. Bontemps (1), car si on laisse tomber une bille de verre sur un plan uni, garni d'une légère couche d'huile, la balle rebondit en laissant une empreinte d'autant plus large que le choc a été plus fort, ce qui prouve que la balle

(1) *Guide du verrier.*

ne s'est relevée qu'après s'être aplatie. Cette expérience prouve en même temps l'élasticité et la compressibilité ; si le choc est trop violent et dépasse la possibilité compressive, la balle se brise. »

Avant de devenir liquide sous l'influence de la chaleur, le verre affecte un état pâteux, qu'il reprend lorsque la matière fondue commence à se refroidir. C'est à cet état visqueux qu'on travaille le verre, qu'on souffle des bouteilles, des manchons, des vases, qu'on coule des glaces, qu'on moule divers objets. Le verre à la consistance pâteuse peut être étiré en tubes de toutes dimensions, et même en fils plus fins que des cheveux. On désigne sous le nom de *verre filé* cet état curieux de la matière que nous étudions.

La densité du verre varie selon la nature des bases qui entrent dans sa composition. Les verres à base de chaux sont les plus légers; les plus lourds sont les verres à base d'oxyde de plomb.

Voici la densité des différentes espèces de verre que nous avons déjà mentionnées :

Verre de Bohême	2.396
Crown-glass	2.487
Glace de Saint-Gobain	2.488
Verre à vitres.............	2.642
Verre à bouteilles.........	2.732
Cristal....................	3.255
Flint-glass................	3.600

La réfrangibilité du verre, c'est-à-dire sa propriété de réfracter la lumière, augmente avec sa densité. C'est pour cela que le cristal a plus d'éclat que le verre ordinaire, et que l'on obtient les imitations de diamant avec le *strass*, qui est la variété de cristal contenant la plus grande quantité d'oxyde de plomb et, par conséquent, la plus dense.

Tous les verres sont fusibles, mais ils ne fondent pas tous à la même température. La nature des *bases* ou *fondants* qui entrent dans leur composition, influe sur leur fusibilité. L'alumine et la chaux élèvent le point de fusion des verres. Les autres bases augmentent, mais non toutes également, sa fusibilité ; les verres à base de soude sont plus fusibles que ceux à base de potasse ; les verres à base d'oxyde de plomb, c'est-à-dire les variétés de cristal, sont les plus fusibles.

Ces faits ont une grande importance pour le verrier. Pour obtenir un verre à bon marché, un verre qui entre en fusion moyennant peu de combustible, on augmente la quantité des bases. Mais cet abaissement du point de fusion ne s'obtient qu'au détriment de la bonne qualité du verre, qui résiste d'autant mieux à l'action de l'air, de l'eau ou des liquides, qu'il est moins fusible.

L'air et l'oxygène secs n'exercent aucune action sur les verres; l'air humide les altère. Cette altération est due à l'eau qui existe dans l'atmosphère à l'état de vapeur.

Il est nécessaire d'examiner un peu de près l'action chimique de l'eau sur les verres.

Rappelons d'abord que les verres sont des mélanges d'au moins deux silicates : un silicate alcalin (de potasse ou de soude) et un silicate terreux (de chaux, d'alumine, de fer ou de plomb). Le premier de ces silicates est soluble dans l'eau, le second ne l'est pas.

Nous avons dit que l'eau ne dissout pas le verre ; mais cette assertion est, en fait, trop absolue. Les verres les mieux fabriqués s'altèrent à la longue par l'action de l'eau. Tous les verres ne sont pas d'ailleurs également altérables, et cela tient à la différence de leur composition.

« Il n'était pas rare autrefois, dit M. Péligot, de rencontrer des gobelets qui se ternissaient par suite de l'humidité qu'ils empruntaient à l'air, et même qui s'emplissaient à la longue d'une dissolution concentrée de carbonate de potasse, sel très-avide d'eau et déliquescent (1). »

Cette altération était due à une fabrication défectueuse, dans laquelle, pour économiser le combustible, on avait forcé la dose de fondant basique.

L'altération du verre par l'eau ou l'air hu-

(1) *Douze Leçons sur l'art de la verrerie*, dans les *Annales du Conservatoire des arts et métiers*.

mide n'est appréciable qu'après bien des années, sur les produits bien fabriqués. Mais, à la longue, on voit les vitres, même les meilleures, perdre leur transparence, certaines glaces se couvrir d'une buée, et des plaques de verre prendre une teinte irisée. Les vitres des très-vieilles maisons présentent souvent une surface terne et dépolie. Lorsque l'eau que contient l'atmosphère a attaqué la surface d'une vitre, les moindres changements de température la font éclater, et elle s'écaille lorsqu'on la frotte. On remarque surtout ce fait sur les vitres des étables et des écuries. Elles offrent, par suite de cet écaillement, un aspect irisé, et tous les phénomènes de décomposition de la lumière produits par les lames minces, se montrent à leur surface.

La même altération se manifeste avec une grande évidence dans les vases, dans les lacrymatoires, fioles, urnes, etc., recueillis dans les tombeaux antiques. Tout objet de verre que l'on trouve dans les fouilles et qui provient des Romains, des Gaulois, des Égyptiens, etc., est recouvert d'une foule de petites écailles très-minces et très-brillantes, qui le rendent opaque. On dirait que le verre a été enduit extérieurement d'un vernis irisé, chatoyant et nacré. Les écailles, qu'on peut en détacher par un léger frottement, sont un mélange de silice pure et de silicates terreux ; quant au silicate alcalin, il a disparu, ayant été dissous par l'eau de l'atmosphère qui s'est condensée à la surface de l'objet de verre.

Cette *dévitrification* du verre se produit également par l'action de l'eau bouillante. Les matras en verre dont on se sert dans les laboratoires de chimie, et dans lesquels on fait bouillir les liquides, se dépolissent assez rapidement; on voit une poudre blanche se rassembler au fond du vase. Cette altération provient de la dissolution du silicate alcalin par l'eau bouillante.

Les alchimistes, qui avaient observé ce fait, prétendaient que, dans cette expérience, l'eau se changeait en terre, et qu'ainsi un élément pouvait se transformer en un autre. Pour réfuter cette opinion, Lavoisier fit une expérience qui fut remarquable par sa durée, car elle n'exigea pas moins de cent et un jours. Lavoisier soumit à des distillations et à des condensations répétées, la même quantité d'eau. Il se servait d'un alambic en verre, nommé *pélican* qui est disposé de manière à reporter dans la cucurbite le produit condensé de la distillation. L'expérience étant enfin terminée, Lavoisier trouva que le poids total du vase et celui de l'eau étaient demeurés les mêmes; seulement l'eau ayant été séparée du sédiment terreux qu'elle renfermait, le *pélican* se trouva avoir diminué sensiblement de poids. Cette eau évaporée donna un résidu : c'était le silicate alcalin qu'elle avait enlevé au verre, et le poids de ce résidu ajouté à celui du premier sédiment représentait à peu près le poids que le pélican avait perdu, et qui était de près d'un gramme.

La même expérience répétée aujourd'hui donnerait certainement le même résultat, même avec le verre le mieux fabriqué.

Si le verre n'est que très-faiblement altérable par l'eau bouillante, quand il est pris en masse, il est, au contraire, fort altérable quand on l'a préalablement réduit en poudre. C'est un fait que M. Pelouze a mis en parfaite évidence.

Une fiole d'un demi-litre de capacité environ, perd à peine un décigramme de son poids après qu'on y a fait bouillir de l'eau pendant cinq jours entiers; mais si l'on vient à couper le col de cette même fiole, qu'on le pulvérise et *qu'on en fasse bouillir la poudre dans le même vase* et pendant le même temps, cette poudre subit une altération, une décomposition telle que le tiers de la poudre de verre est dissous par l'eau.

Les faits suivants sont rapportés dans le mémoire de M. Pelouze sur les propriétés chimiques du verre :

« Toutes les sortes de verre qu'on trouve dans le

commerce, verre à glaces, à vitres, à bouteilles, cristal, flint-glass et autres verres d'optique, réduits en poudre fine et abandonnés au contact de l'air, se décomposent lentement, absorbent peu à peu l'acide carbonique, et au bout de peu de temps font une vive effervescence avec les acides; c'est quelquefois au point qu'on croirait opérer sur de la craie. La même effervescence se produit avec les acides dans un mélange d'eau et de verre en poudre qu'on a abandonné à l'air pendant quelques jours; l'eau acide contient une grande quantité de soude et de chaux.

« Le verre en poudre fine, bouilli avec de l'eau dans laquelle on fait passer un courant d'acide carbonique, absorbe ce gaz en quelques instants et fait de suite une vive effervescence avec les acides.

« Le verre en poudre, maintenu pendant plusieurs heures en ébullition avec du sulfate de chaux, produit une quantité notable de sulfate de soude.

« Cette réaction explique pourquoi les murs et le sol des ateliers dans lesquels on doucit les glaces se recouvrent toujours d'efflorescences consistant en sulfate de soude : le plâtre qui sert au scellage des glaces fournit l'acide sulfurique, et le verre fournit la soude.

« Tous les verres réduits en poudre fine ramènent instantanément au bleu le papier et la dissolution rouge de tournesol; ils verdissent immédiatement le sirop de violettes : cette réaction est la conséquence de leur altération instantanée par l'eau. »

Puisque l'eau pure altère le verre en poudre, on conçoit que les solutions alcalines ou acides exercent sur la même substance une action encore plus vive.

L'acide chlorhydrique étendu d'eau attaque très-facilement le verre pulvérisé, que l'on opère à chaud ou à la température ordinaire. Le cristal en poudre agité pendant quelques instants avec de l'eau étendue d'un peu d'acide chlorhydrique, donne une liqueur qui noircit par l'addition d'hydrogène sulfuré; il se fait un précipité noir de sulfure de plomb, indice certain que l'oxyde de plomb qui faisait partie du cristal a été dissous par l'acide chlorhydrique.

Quand on conserve dans des flacons de cristal de l'eau de baryte ou de l'eau de chaux, réactifs fort en usage dans les laboratoires de chimie, le cristal finit par se décomposer : il se forme une combinaison soluble d'oxyde de plomb avec la baryte ou la chaux. Cette dernière observation est de M. Chevreul.

Les dissolutions de sulfures alcalins, et particulièrement celles de sulfhydrate d'ammoniaque, décomposent les verres plombeux, et déterminent, en peu de temps, sur les parois des flacons, la formation d'une couche noire de sulfure de plomb.

Tous les acides corrodent le verre. Ils agissent en s'emparant des bases et éliminant la silice. Cependant cette action est très-lente, si le verre est de bonne qualité. L'acide sulfurique est celui dont l'action altérante est la plus prompte. Cet acide forme des sulfates avec les bases du verre. On a vu, dans les laboratoires de chimie, l'acide sulfurique percer, au bout de quelques années, le flacon qui le renfermait.

Un seul acide corrode tous les verres, à froid comme à chaud; et il agit instantanément. C'est l'acide fluorhydrique. Aussi fait-on usage de cet agent chimique pour graver sur le verre, opération industrielle et artistique qui a pris un grand développement depuis quelques années.

Le verre à bouteilles est, de tous, le plus facilement attaqué par les acides, et on le comprend aisément. La nécessité de vendre à bas prix oblige certains verriers à forcer la quantité de bases, pour augmenter la fusibilité du verre. Cette proportion excessive de bases rend le verre à bouteilles très-attaquable par les acides, et même par les faibles acides libres que renferme naturellement le vin.

Peu de bouteilles résistent à l'épreuve qui consiste à laisser séjourner dans l'intérieur de ces bouteilles de l'acide sulfurique concentré. Au bout d'un temps plus ou moins long, il se forme intérieurement des concrétions mamelonnées de sulfate de chaux, tandis que les autres bases du verre se dissolvent dans l'acide et que la silice se dépose à l'état de gelée.

Les bouteilles de mauvaise fabrication sont

altérées par le vin qu'elles renferment. Cette altération est due au bitartrate de potasse contenu dans le vin. On voit se déposer de la silice et du tartrate de chaux; le vin se trouble, se décolore et prend une saveur d'encre très-appréciable.

M. Péligot pense que ces effets se produisent à la longue dans les meilleures bouteilles, et il n'est pas éloigné de croire que les modifications que subissent les vins longtemps conservés en bouteille, peuvent être, dans beaucoup de cas, attribuées à la bouteille elle-même.

« La décoloration plus ou moins rapide du vin, dit M. Péligot, serait due à la production d'une sorte de laque fournie par la silice gélatineuse et la matière colorante du vin; la faculté qu'ont certains vins blancs de noircir quand ils séjournent, même pendant peu d'instants, dans le verre à boire, pourrait être attribuée à une cause analogue; en effet, les vins blancs contiennent du tannin, et, sous l'influence d'une petite quantité de fer qu'ils emprunteraient à la bouteille, ils se coloreraient à l'air par suite de la production d'une trace de tannate de peroxyde de fer, qui est, comme on sait, le principe colorant de l'encre à écrire. Ceci n'est d'ailleurs qu'une présomption qui aurait besoin d'être appuyée par des expériences directes (1). »

L'action de la chaleur sur les verres mérite d'être examinée avec soin.

Lorsqu'après avoir fondu du verre, on le maintient longtemps à une température élevée, il perd peu à peu sa transparence, et se change en une matière opaque, que l'on désigne sous le nom de *verre dévitrifié*, ou *porcelaine de Réaumur*. Les restes de verre que l'on abandonne dans les creusets des usines, offrent ce même état, parce que le verre a été longtemps tenu à l'état de fusion dans ces creusets.

Ce fut Réaumur qui étudia le premier, en 1727, le phénomène de la *dévitrification*. Il avait maintenu pendant douze heures dans un four à porcelaine, des objets en verre entourés de sable et de plâtre; après ce temps le verre s'était transformé en une substance blanche, opaque, ayant l'aspect de la porcelaine et qui était assez dure pour faire feu au briquet.

Quelle transformation a subie le verre pendant sa *dévitrification?* A quoi est dû ce phénomène? Telles sont les questions auxquelles il nous faut répondre.

La dévitrification consiste en un simple changement d'état physique du verre, en une véritable cristallisation intérieure.

M. Dumas, qui fit, en 1830, des analyses comparatives de verre transparent et de verre dévitrifié, considéra ce dernier comme plus riche en silice et moins chargé d'alcali. Il pensait que la dévitrification était due à la formation et à la cristallisation de silicates définis, infusibles à la température que présentait le mélange au moment de la dévitrification. Le verre, en effet, prend, en se dévitrifiant, un aspect cristallin et fibreux. Mais Berzelius prouva plus tard qu'en se dévitrifiant le verre ne subit aucune altération chimique, ni dans la proportion, ni dans la nature des éléments dont il est composé. La modification qu'il éprouve est toute physique. M. Pelouze a confirmé cette théorie.

La manière la plus facile et la plus simple, suivant M. Pelouze, de préparer le verre dévitrifié, consiste à maintenir par la chaleur une feuille de verre à vitres à l'état de ramollissement prolongé. Au bout de 24 à 48 heures, la dévitrification est accomplie: la feuille de vitre ressemble alors à de la porcelaine, dont elle diffère pourtant beaucoup par la texture. Quand on la brise et qu'on examine sa cassure, on la voit formée d'aiguilles opaques, ténues, serrées, parallèles les unes aux autres et perpendiculaires à la surface du verre. Si l'on retire la plaque du four avant que la dévitrification soit complète, on remarque que la cristallisation commence par la périphérie, pour aboutir au centre, et qu'il reste encore au milieu une larme de verre transparente, non dévitrifiée.

(1) *Douze Leçons sur l'art de la verrerie*. Dans les *Annales du Conservatoire des arts et métiers*.

Le verre dévitrifié est moins dense que le verre ordinaire, qu'il raye facilement; il est aussi plus altérable à l'air, et moins cassant. Le diamant ne le coupe pas; il est mauvais conducteur de la chaleur et conduit l'électricité assez bien pour ne pouvoir pas être employé comme support isolant d'une machine électrique.

Le verre à vitres et le verre à bouteilles se dévitrifient très-facilement. Aussi est-on obligé de travailler ces verres avec le plus de célérité possible. Il arrive, sans cela, qu'avant que l'ouvrier ait utilisé toute la matière que contient son creuset, le verre commence à devenir opaque, *galeux*, comme l'on dit en termes du métier. Il est alors impossible de le travailler.

On trouve très-souvent, au fond des creusets, des portions de verre dévitrifié, tantôt opaques comme de la porcelaine, tantôt sous la forme de mamelons non transparents qui sont noyés dans la masse vitreuse, tantôt aussi sous la forme de prismes isolés ou réunis en étoiles.

Tous les verres qu'on trouve dans le commerce peuvent être *dévitrifiés*. Le cristal subit cette modification plus difficilement que les autres verres : il prend l'aspect de la porcelaine, mais sa cassure demeure lisse, homogène, et non fibreuse.

La *porcelaine de Réaumur* est un produit que les verreries fabriquent aujourd'hui comme objet d'ornement; mais sa préparation s'entoure de beaucoup de difficultés.

« Deux circonstances, dit M. Pelouze, rendent très-difficile la fabrication industrielle, c'est-à-dire économique, des objets façonnés en verre dévitrifié : d'abord et surtout la nécessité de soumettre ces objets à un ramollissement prolongé, qui devient un obstacle considérable à la conservation de leurs formes, et en second lieu la longueur de l'opération qui nécessite des dépenses très-considérables de combustible et de main-d'œuvre.

« On ne peut pas dire cependant, ajoute M. Pelouze, que la *porcelaine de Réaumur* ne recevra jamais d'applications importantes; dès aujourd'hui, il serait possible de fabriquer des plaques de verre dévitrifié d'un volume assez considérable, imitant la belle porcelaine et pouvant la remplacer avec avantage dans certains cas. Ces plaques, quoique très-dures, peuvent être doucies et polies comme les glaces. »

Le diamant raye le verre, et dans certaines conditions particulières, il le coupe.

Il faut bien distinguer la rayure et la coupure, qui sont des phénomènes différents. Pour rayer le verre, on détermine un sillon raboteux en brisant irrégulièrement sa surface; pour le couper on sillonne sa surface par une fissure unie, légère; puis, avec un petit effort, on presse adroitement à l'une des extrémités de cette fente, et l'on détermine la rupture du verre le long de la ligne tracée par le diamant.

Les diamants naturels sont ceux dont se servent les vitriers pour couper le verre. Ces pierres précieuses présentent des arêtes curvilignes, tandis que les diamants qui ont été taillés par le lapidaire offrent des arêtes en ligne droite. Or, la forme de l'arête du diamant est la principale cause des effets qu'il produit, comme l'a reconnu Wollaston. En taillant un saphir, un rubis-spinelle, un fragment de cristal de roche, de manière à leur donner des arêtes curvilignes, Wollaston réussit à produire, avec ces pierres, qui sont bien moins dures que le diamant, des fissures nettes sur du verre. Toutefois cette propriété n'est pas permanente; les cristaux ainsi taillés s'usent et finissent par ne plus pouvoir couper le verre.

CHAPITRE IV

COMPOSITION DU VERRE. — ÉLÉMENTS QUI ENTRENT DANS LES DIFFÉRENTES SORTES DE VERRE.

La silice d'une part, d'autre part la soude, la potasse, la chaux, l'alumine et l'oxyde de plomb, telles sont les matières qui entrent dans la composition des verres et des cris-

taux. Nous omettons ici les substances qui servent à donner au verre différentes colorations, car nous traiterons ce point secondaire dans un chapitre spécial. Bornons-nous à dire, pour le moment, que les verres purs sont incolores. La coloration qu'ils présentent quelquefois tient à ce qu'ils renferment, accidentellement ou par intention, des oxydes métalliques.

Étudions à part les éléments chimiques du verre.

Silice. — La silice est l'élément essentiel de tous les verres. Les verreries emploient la silice à un plus ou moins grand état de pureté, suivant le degré de transparence que doivent avoir les produits qu'ils veulent obtenir.

La silice se présente sous de nombreux états et à différents degrés de pureté. Elle



Fig. 15. — Cristal de roche, ou silice pure cristallisée.

porte les noms de sable, grès, quartz, caillou, silex, cristal de roche, selon son état de pureté.

La silice chimiquement pure, cristallisée, incolore et transparente, constitue le cristal de roche, ou quartz hyalin, qui cristallise en prismes à six pans, surmontés d'une pyramide à six faces. Le cristal de roche a longtemps représenté le type des plus beaux verres. Il a donné son nom au produit le plus brillant et le plus admiré, c'est-à-dire au *cristal*.

La silice, au point de vue chimique, est le résultat de la combinaison d'un métalloïde, le silicium, avec l'oxygène. Sa formule chimique est SiO^3. C'est une substance qui joue le rôle d'acide, et qui, en s'unissant aux bases donne des sels, nommés *silicates*.

Les silicates sont très-communs à la surface de la terre. Le feldspath, le mica, le granit, le porphyre, le basalte, les laves, les ardoises, les argiles, l'amiante, sont des silicates naturels.

Quelle est la variété de silice qu'emploient les verriers? C'est le sable. Mais quel est le sable le plus avantageux pour les opérations de la verrerie? Le *Guide du verrier* de M. Bontemps va nous fournir les renseignements les plus exacts sur cette question.

Le *sable* le meilleur pour la fabrication d'un verre blanc de la plus belle qualité, est celui qui est complétement exempt de matières étrangères. On peut juger de son degré de pureté à la seule apparence. Quand il est parfaitement blanc, quand sa cassure, examinée à la loupe, montre de petits cristaux blancs, transparents, semblables au cristal de roche, il fournira de très-beau verre. Tels sont les sables de Fontainebleau, de Nemours, de Chantilly et de Namur.

On fait usage, dans les verreries de Bohême, du sable que roulent les rivières et les torrents de ce pays, et qui n'est autre chose que de la silice chimiquement pure. Les sables anglais sont ferrugineux et donnent aux glaces et au verre à vitres une nuance verte très-marquée. Les manufactures de glaces anglaises se servent du sable de mer de l'île de Wight, lequel est assez pur, sans l'être autant que les sables de France. Les fabriques de cristal anglais emploient un sable très-pur, que l'on va chercher aux États-Unis d'Amérique.

Quelle que soit leur apparence de pureté, les sables destinés à la fabrication du verre doivent être lavés, pour les débarrasser des

matières alumineuses et calcaires qu'ils contiennent généralement, puis séchés. Dans quelques verreries on les chauffe au rouge avant de les employer.

Le sable destiné à la fabrication des bouteilles ne demande aucune pureté. On recherche, au contraire, les sables ferrugineux et argileux, qui se trouvent partout.

Le *grès*, qui n'est autre chose qu'un sable agglutiné par un ciment calcaire ou argileux, ne peut être consacré, en raison de cette circonstance, à la fabrication de la verrerie de luxe.

Le *quartz hyalin* est le sable employé en Bohême et dans le midi de la France.

Le *silex pyromaque*, que l'on désigne aussi sous le nom de *pierre à fusil*, renferme la silice à un assez grand état de pureté. On l'emploie en Angleterre à défaut de sable blanc. Il sert à fabriquer le verre connu sous le nom de *flint-glass* (du mot anglais *flint*, qui veut dire *silex* ou *caillou*). Cette pierre, qui est d'un brun noir, donne, par la calcination et le broyage, une poudre blanche.

Les *cailloux* que roulent certaines rivières sont quelquefois formés de quartz, et donnent un verre très blanc. On se servait à Baccarat, vers le commencement de notre siècle, des cailloux de quartz roulés par la Meurthe ; mais peu à peu ces cailloux devinrent plus rares, et aujourd'hui la cristallerie de Baccarat s'approvisionne de sable de Champagne.

Passons aux *bases*, ou *fondants*, qui sont des oxydes de métaux alcalins ou terreux.

Potasse. — La potasse qui sert à la fabrication du verre n'est pas la potasse caustique, l'oxyde de potassium, mais bien une combinaison de cette substance avec l'acide carbonique : c'est le carbonate de potasse.

Le carbonate de potasse existe dans les cendres provenant de la combustion des végétaux. Les cendres les plus riches en alcali proviennent de bois, tels que l'orme, le chêne, le hêtre, le charme. Les bois blancs et les bois résineux fournissent des cendres moins avantageuses pour les verriers.

Pour se servir des cendres, on les lessive, c'est-à-dire qu'on les traite par l'eau froide. La dissolution que l'on obtient, étant évaporée, fournit un résidu nommé *salin*. Ce salin est ordinairement brun foncé ; par la calcination dans un four à réverbère, il devient blanc, et donne un mélange de sulfate et de carbonate de potasse. On élimine le sulfate alcalin en faisant cristalliser la liqueur, et le carbonate de potasse reste dissous dans les eaux mères.

La potasse la plus estimée est celle qui nous vient d'Amérique et qui est produite par la combustion des bois des forêts de l'Amérique du Nord. On emploie aussi, en France, les potasses provenant des résidus du travail des betteraves. Enfin, comme nous le verrons dans une des Notices de ce volume, on commence à extraire des eaux de la mer qui ont servi à préparer le sel marin, du carbonate de potasse très-pur, provenant lui-même du sulfate de potasse que renferment les eaux de la mer.

Le mélange de sulfate et de carbonate de potasse que donne la calcination du salin est désigné sous le nom de *potasse perlasse*.

Soude. — Cette base, dans la verrerie, est d'un emploi beaucoup plus général que la potasse. On l'emploie à l'état de carbonate de soude ou de sulfate de soude ; seulement, dans ce dernier cas, il faut ajouter au mélange vitrifiable une quantité déterminée de charbon, pour réduire le sulfate de soude à l'état de carbonate.

Dans la manufacture de glaces de Saint-Gobain, on se sert de sulfate de soude pour la fabrication du verre à vitres et du verre à bouteilles. Quant au carbonate de soude, il est réservé pour la verrerie fine.

Chaux. — Cette matière, que les verriers emploient tantôt à l'état de chaux éteinte, tantôt à l'état de carbonate, entre dans la composition de tous les verres, excepté du cristal.

L'alumine, à l'état de silicate d'alumine ou

de *kaolin*, n'est employée que pour la fabrication du verre à bouteilles.

Le MINIUM, ou SESQUIOXYDE DE PLOMB, ne sert qu'à fabriquer le cristal, le *flint-glass* et le *strass*. Il donne au verre une forte densité, une grande fusibilité, un grand éclat, en même temps qu'une sonorité remarquable. Il est de la plus grande importance, si l'on veut obtenir un cristal incolore, que le minium soit très-pur et débarrassé d'oxyde de cuivre.

CHAPITRE V

LE VERRE A VITRES, SA COMPOSITION, SA FABRICATION PAR LE PROCÉDÉ DES MANCHONS ET PAR LE PROCÉDÉ DES PLATEAUX. — FABRICATION DES GLOBES DE PENDULE, DES VERRES DE MONTRE, ETC. — LA POMPE ROBINET.

Deux procédés sont en usage pour la fabrication du verre à vitres : l'un, qui est suivi en France et dans la plupart des pays de l'Europe : c'est le procédé dit des *manchons;* l'autre, qui est adopté en Angleterre : c'est le procédé dit des *plateaux*. Nous les examinerons successivement.

Procédé des manchons. — La fabrication du verre à vitres par ce procédé se fait surtout dans le nord de la France et dans le bassin de la Loire. Ce même procédé est très-répandu en Belgique.

Les éléments qui entrent dans la composition du verre à vitres sont : le sable blanc, le carbonate de chaux, le sulfate de soude et le charbon. Les proportions exactes de ce mélange sont variables. Deux verreries quelconques n'emploient point les mêmes doses, et, dans la même verrerie, il peut arriver que les proportions des matières vitrifiables varient d'un fourneau à un autre, à cause de la différence du pouvoir calorifique de chaque fourneau.

Bien que la composition du verre à vitres change dans chaque verrerie, voici, d'après M. Bontemps, le mélange dont s'écartent peu les verriers :

Sable....................	100		
Sulfate de soude............	33	à	40
Charbon en poudre (mêlé préalablement avec le sulfate pilé)	1,5	à	2
Carbonate de chaux.........	25	à	35
Manganèse..................	0,5		
Acide arsénieux..............	0,5		
Groisil (quantité variable).			

L'acide arsénieux est destiné à faciliter la fonte.

Cette fonte se fait dans des creusets particuliers, fabriqués avec le plus grand soin, et qui portent dans les usines le nom vulgaire de *pots*.

Les creusets, ou *pots*, les plus communément employés sont ronds, un peu coniques, de manière que, placés dans le fourneau, à côté l'un de l'autre, la flamme puisse circuler entre eux. Certaines verreries font usage de pots ovales ; d'autres, de pots rectangulaires.

La figure ci-dessous représente la forme la plus habituelle du creuset. A, est le creuset vu en élévation ; B, le creuset vu en coupe.

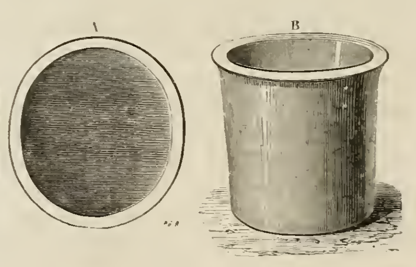


Fig. 16, 17. — Creuset pour le verre à vitres.

Outre les creusets, les fours pour la vitrerie renferment, en nombre égal à celui des creusets et leur faisant suite dans le fourneau, des espèces de creusets vides, nommés *ouvreaux* (fig. 18). Ces capacités vides, chauffées à la même température que le verre, puisqu'elles sont placées dans le même four, servent à réchauffer le verre pendant que l'ouvrier le façonne.

Ces creusets sont faits avec une argile de bonne qualité, par exemple celle de Forges-les-Eaux, en France, de Huy, en Belgique,

de Stourbridge, en Angleterre. Cette argile est nettoyée et triée, afin d'en séparer les parties pyriteuses qu'elle renferme souvent.

Pour parer au retrait de l'argile par la

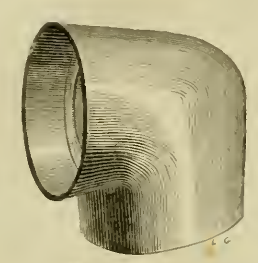


Fig. 18. — Ouvreau.

cuisson, on mélange l'argile crue avec de l'argile cuite. Pour donner au mélange l'homogénéité désirable, on le mouille et on l'étend dans des baquets rectangulaires où il est piétiné par des hommes. Cette opération donne à la matière une certaine plasticité.

C'est cette pâte foulée qui sert à la confection des creusets. On les façonne à la main, dans des moules ou sans moules. Leurs dimensions varient suivant les usines. Les plus généralement adoptées dans les verreries à vitres de France sont : 77 centimètres de diamètre supérieur, 70 centimètres de diamètre inférieur, 72 centimètres de hauteur. Les parois ont 5 à 7 centimètres d'épaisseur. Il est bien entendu que, par suite du retrait qu'occasionne la cuisson des creusets, leurs dimensions, lorsqu'ils n'ont pas encore subi l'action du feu, doivent être plus grandes.

Avant de porter les creusets dans le four de cuisson, on les laisse sécher, de quatre à huit mois, dans une salle dont la température est à peu près constante. On les porte ensuite dans des fours, où on les soumet graduellement à la haute température qu'ils sont destinés à subir.

La durée des creusets est d'environ sept semaines. Elle est, d'ailleurs, très-variable et peut être compromise par une foule de causes, telles qu'une confection défectueuse, une dessiccation mal opérée, un courant d'air froid traversant le fourneau, etc.

La rupture d'un creuset dans le four de fusion, est un accident grave pour le verrier; car l'écoulement du verre qu'il contient amène presque toujours la rupture d'un ou plusieurs autres *pots*, outre la détérioration qu'il fait subir au four lui-même. Aussi le maître verrier doit-il veiller avec soin à la confection des creusets et en avoir toujours de rechange, puisque les creusets ne peuvent être employés que plusieurs mois après leur confection.

Chaque creuset, accompagné de son ouvreau, est desservi par un ouvrier souffleur et par un aide, qu'on désigne dans toutes les verreries sous le nom de *gamin*.

Les fours pour le verre à vitres sont circulaires ou rectangulaires, et contiennent ordinairement de huit à dix creusets, avec le même nombre d'ouvreaux. Ils sont construits en briques réfractaires, de même terre que celle qui a servi à la confection des *pots*.

La figure 19 donne une coupe horizontale du four pour le verre à vitres en usage dans les usines d'Aniche (Nord). CC, est la coupe des quatre creusets que renferme chaque four; D, le plancher sur lequel se tient l'ouvrier; E, le moule dans lequel l'ouvrier commence à façonner le manchon qui doit devenir verre à vitres : près de ce moule est un seau plein d'eau.

Devant le fourneau, et correspondant à chaque creuset, est dressée une estrade en bois, de 4 mètres de hauteur environ. Cette estrade et cette hauteur permettent à l'ouvrier verrier de balancer sa *canne* portant à l'extrémité une masse de verre.

La figure 20 représente la fabrication des manchons de verre destinés à être convertis en vitres. Sur ce dessin, qui a été pris dans l'une des grandes verreries d'Aniche,

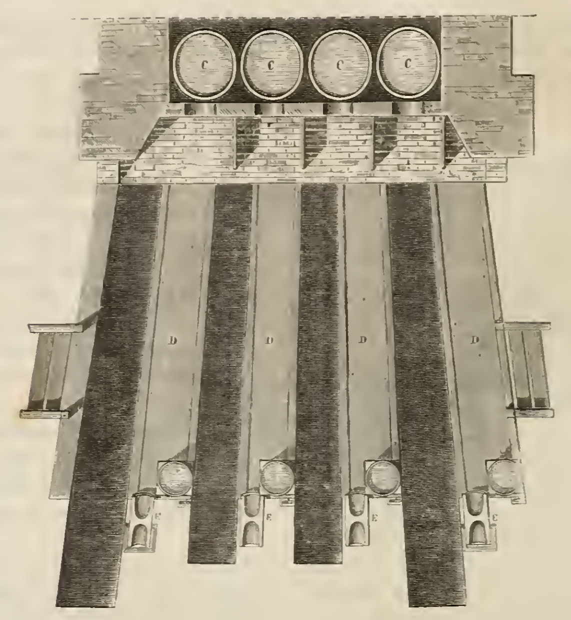


Fig. 19. — Coupe horizontale d'un four de verre à vitres.

on voit plusieurs ouvriers soufflant et façonnant les manchons de verre, comme il vient d'être dit, et un ouvrier qui fend un manchon placé sur le chevalet.

Mais avant d'aller plus loin, il nous faut présenter au lecteur les principaux outils du verrier, c'est-à-dire la *canne*, les *ciseaux*, la *pince*, la *batte*, etc.

La *canne* (fig. 21, 22) est presque aussi ancienne que le verre lui-même, car on la voit figurée sur les antiques peintures des sarcophages égyptiens.

C'est un tube creux, en fer, terminé par une partie renflée, qu'on appelle le *nez*. Les cannes sont de dimensions proportionnées aux pièces à souffler. Pour les manchons de verre qu'on souffle aujourd'hui, elles ont une longueur d'environ 1m,65, et un diamètre d'environ 26 millimètres. Le trou intérieur a 13 millimètres du côté de la bouche et 23 millimètres du côté opposé, où le diamètre extérieur atteint 7 centimètres environ. Une enveloppe de bois, *d*, placée près de l'embouchure, permet à l'ouvrier de manier son outil sans se brûler. Certains verriers remplacent cette enveloppe de bois par une corde enroulée autour de l'embouchure de la canne.

Nous représentons ici (fig. 23 à 26) les autres outils de l'ouvrier travaillant à la fabrication du verre à vitres.

Regardons maintenant confectionner le verre à vitres à la manière française, c'est-à-dire par le procédé des manchons.

Le *gamin* vient de balayer la place où le travail doit être exécuté, afin qu'aucune poussière ne s'élève du sol de l'usine et n'altère le verre. Il a préparé les outils, qui



Fig. 20. — Fabrication des manchons de verre destinés à former des carreaux de vitres. Vue prise dans une des fabriques d'Aniche (Nord).

sont : la *canne*, la *palette*, la *pince*, le *pic*, les *ciseaux*, le *marbre*, les *cordelines*, et plusieurs *blocs*.

L'ouvrier plonge sa canne dans le creuset, par l'*ouvreau*, en la faisant tourner sur elle-même. Comme le verre est trop chaud pour adhérer en grande quantité à la canne, le verrier retire sa canne, la tient quelques instants au dehors, ensuite, par un second cueillage, il la charge de 600 à 700 grammes de verre.

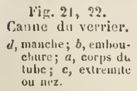


Fig. 21, 22. Canne du verrier. *d*, manche; *b*, embouchure; *a*, corps du tube; *c*, extrémité ou nez.

Alors il tire la canne chargée de verre, la pose sur un *bloc*, c'est-à-dire sur une plaque de marbre placée à l'extrémité de l'estrade, la tourne de la main gauche, et arrondit, de la main droite, la masse de verre incandescent au moyen de sa batte en fer. Il souffle ensuite dans sa canne, afin d'introduire un peu d'air dans la masse de verre. Il reporte sa canne au creuset, pour y puiser encore du verre. Quatre cueillages successifs sont nécessaires pour faire un manchon de 1 mètre environ sur 70 centimètres, et la masse que le souffleur tient alors au bout de son outil ne pèse pas moins de 5 kilogrammes.

La quantité voulue de matière étant cueillie, le verrier pose sa canne sur les bords du seau plein d'eau, que l'on voit sur les figures 19 et 20; il la rafraîchit avec de l'eau, car elle est brûlante, de manière à pouvoir la saisir près du verre, et il recule, en la tournant, de manière à rassembler la masse vitreuse le plus possible; puis il pose cette masse dans le bloc que tient le gamin, et qui est la moitié d'un moule de bois en forme de poire. Pendant ce temps le gamin fait couler de l'eau sur le bloc afin d'empêcher qu'il ne brûle et de faciliter la rotation de la masse dans le bloc, opérée par la rotation de la canne que le verrier fait toujours tourner entre ses mains. Le gamin fait couler un filet d'eau sur le col afin de le refroidir, de l'empêcher de s'amincir pour qu'il ait la force de supporter le manchon. L'ouvrier continue toujours à souffler, en appuyant le

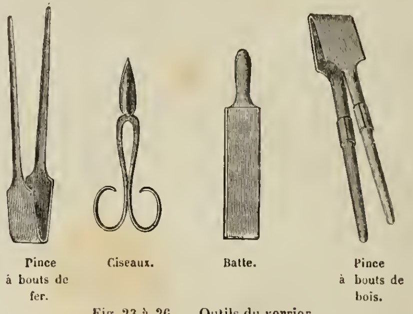


Fig. 23 à 26. — Outils du verrier.

col sur la boule qu'il développe, et dont il arrête le grossissement quand il le juge convenable. Il fait ensuite exécuter à sa canne un ou deux moulinets, reporte la pièce à l'*ouvreau*, en appuyant son outil sur un crochet fixé à la paroi du four, et en le faisant toujours tourner.

Quand le verre, qui s'était refroidi, est suffisamment ramolli par la chaleur, il retire la pièce de l'*ouvreau*, se place à l'extrémité de l'estrade, et, tout en soufflant dans sa canne, il lui imprime un mouvement de balancement semblable à celui d'un battant de cloche. Le souffle tend à gonfler la boule pendant que le balancement tend à l'allonger : la résultante de ces deux actions allonge le manchon, tout en lui donnant une forme cylindrique.

Mais, pendant ces opérations, le verre s'est refroidi et devient bientôt trop dur pour obéir à l'ouvrier. Celui-ci va donc ré-

chauffer le manchon à l'*ouvreau;* il le souffle encore et le balance de nouveau, jusqu'à ce qu'il ait atteint les dimensions voulues.

On obtient de cette manière un cylindre terminé par deux calottes. Il s'agit maintenant de faire disparaître les deux calottes terminales. On y arrive, pour la calotte qui est à l'extrémité, en réchauffant le manchon à l'ouvreau, et en soufflant ensuite avec beaucoup de force dans la canne. Le verre, cédant à la pression de l'air, s'ouvre à sa partie la plus mince et la plus ramollie. Une fois l'ouverture faite, on la ramène au diamètre général du manchon, en tournant le manchon, l'ouverture en bas.

Pour ouvrir les manchons plus épais, ce moyen ne suffirait pas. On se sert du procédé suivant. Le gamin cueille au bout d'un *pontil* (tige de fer ronde, de 1^{m},75 de longueur et de 15 millimètres de diamètre), une petite masse de verre qu'il applique à l'extrémité du manchon. Cette extrémité devient la plus chaude et la plus faible de sorte que l'air qu'envoie le souffleur dans le manchon le crève en cet endroit. On élargit ensuite l'ouverture en la coupant tout autour avec des ciseaux, et on lui donne le diamètre du manchon comme précédemment.

Le manchon est alors placé sur un support, ou *chevalet*, et le gamin en détache la canne en appliquant sur le col du cylindre le dos du *pic* froid (le pic est une tige de 45 centimètres en fer, carré, portant une recourbure de 7 centimètres environ). Il se fait une fente, puis une rupture, et la canne se sépare du manchon.

Il reste à enlever la deuxième calotte du manchon. A cet effet, le verrier prend au bout du pontil une petite quantité de verre, qu'il roule sur un marbre; il en fait un cordon en laissant le verre s'étirer de son propre poids, et il entoure de ce cordon brûlant la surface du manchon à l'endroit où il doit être coupé. Puis il enlève rapidement ce cordon, et mouille avec sa pincette trempée dans l'eau la partie du manchon où le cordon était enroulé. Ce brusque passage du froid au chaud fracture le manchon à l'endroit précis où était appliqué le cordon brûlant, et la calotte se sépare.

On a ainsi obtenu un véritable cylindre de verre. Il s'agit alors d'en faire une lame de vitre.

Pour fendre le manchon dans sa longueur, on promène à l'extérieur, le long d'une même arête, une tige de fer appelée *fer à fendre* et dont l'extrémité est chauffée au rouge (fig. 27). Le verre se fend suivant cette ligne.



Fig. 27. — Ouvrier fendant le manchon.

Le cylindre qui repose sur le *chevalet* représente, en poids, les deux tiers de la quantité de verre que l'ouvrier a d'abord accumulée au bout de sa canne.

La confection d'un cylindre ouvert à son extrémité et adhérent encore à la canne, n'exige pas plus de huit ou dix minutes. Les creusets de Rive de-Gier contiennent environ 600 kilogrammes de verre, et les ouvriers, travaillant environ vingt heures, avec deux ou trois *poses*, fabriquent pendant ce temps, 250 manchons de 66 centimètres sur 54.

Il s'agit, maintenant, de transformer ce manchon fendu en un carreau plat.

Les manchons sont portés dans des fours



Fig. 28. — Four à étendre.

dits *à étendre*, et chauffés très-doucement sur une plaque de verre appelée *lagre*, destinée à les protéger des impuretés de la sole du four. La figure 28 représente le *four à étendre*. Les manchons sont chauffés graduellement en les poussant peu à peu dans l'intérieur du four.

Pour introduire ainsi graduellement les manchons dans le four à étendre, on les place, comme le montre la figure 28, sur un disque de fer qui tourne sur son axe. En faisant tourner lentement ce disque, on amène peu à peu le manchon dans l'intérieur du four. Quand il est arrivé au milieu du four, la chaleur amollissant le verre, les deux parties du manchon s'affaissent, et s'étalent sur la sole du four, en formant une plaque horizontale. Alors l'ouvrier, armé d'une longue tige de bois terminée par un battoir, affaisse et égalise cette plaque de manière à obtenir une surface bien plane.

On voit sur la figure 29, qui donne une coupe des *fours à étendre et à étaler*, la situation relative du *four à étendre* et du *four à étaler*. B, est la coupe du *four à étendre* que représente, d'une manière pittoresque, la figure 28. C'est dans ce four que le manchon est introduit pour recevoir l'action de la chaleur qui doit le ramollir et l'affaisser. A, est le four à *étaler* faisant suite au premier et dans l'intérieur duquel la lame de verre ramollie est étalée par l'ouvrier armé d'une barre de fer passant à travers l'ouverture *a*.

On voit en *d*, dans le four B, la forme du manchon à son entrée dans le four, et en *c*,

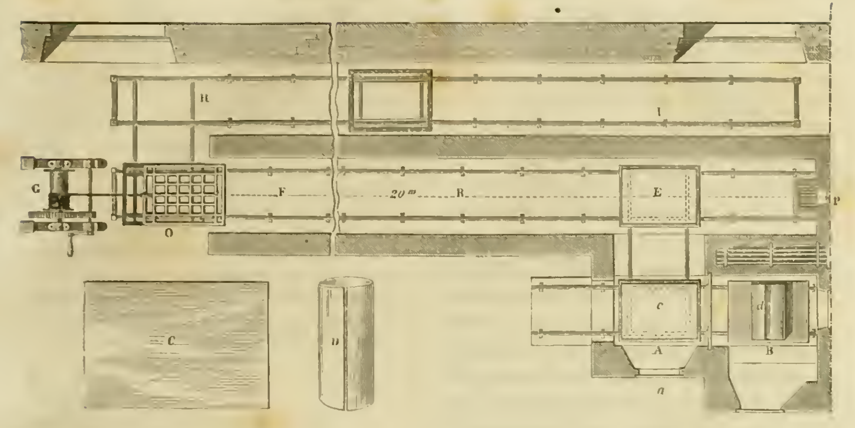


Fig. 29. — Coupe du four à étendre, du four à étaler et des galeries à recuire le verre à vitres.

B, coupe du four à étendre les manchons (*d*, manchon).
A, coupe du four à étaler les plaques (*c*, plaque étalée).
D, forme du manchon à son entrée dans le four B.
C, forme de la plaque de verre étalée dans le four A.
E, chariot tirant les lames planes de verre dans les galeries à recuire ou à refroidir.
F, galerie à recuire chauffée par le four P.
G, treuil tirant le chariot E.
O, chariot vide qui passe, au moyen de rails, dans la galerie III, d'où on l'amène au dehors.

sa forme quand il a été affaissé et étalé dans le four A, qui fait suite au précédent.

Il s'agit maintenant de faire refroidir graduellement les carreaux de vitres et de les amener froids au dehors. Pour cela (fig .29) les lames de verre sont poussées, au moyen d'un crochet de fer, sur le chariot E. Là un treuil G, tirant une corde attachée au chariot E, chargé de la lame de verre, les amène lentement à travers les galeries à recuire, F, R, à l'extrémité F de cette galerie.

Quand elles sont arrivées à ce point F, les lames de verre sont complétement refroidies. On décharge alors le chariot, on prend les carreaux de verre, et le chariot vide est poussé sur des rails, à l'entrée de la galerie III d'où on l'amène au dehors vide et prêt à être introduit de nouveau dans les galeries à recuire, pour y prendre une nouvelle charge de lames de verre.

Avant de passer à la fabrication des vitres par le procédé anglais, nous dirons quelques mots du verre à vitres cannelé, dont on fait aujourd'hui un assez grand usage.

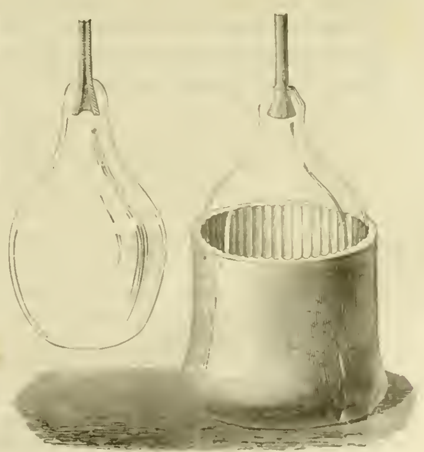


Fig. 30, 31. — Moule de verre à vitres cannelé. Manchon avant et après son introduction dans le moule.

Le verre cannelé se souffle dans un moule de laiton (fig. 30, 31) qui présente en creux

les cannelures à imprimer à la poire de verre. L'ouvrier souffle fortement dans la poire, pour faire pénétrer le verre dans toutes les cavités du moule cannelé ; puis il termine le manchon à la façon ordinaire, en ayant soin de ne pas tourner sa canne entre ses mains, pour que les cannelures s'étendent en ligne droite sur le manchon. La profondeur de la cannelure diminuant naturellement à mesure que le manchon s'allonge, il faut donner à celle du moule une profondeur plus grande que celle que l'on veut obtenir.

Procédé des plateaux. — Mis en pratique en France, à l'origine de la fabrication des vitres, ce procédé est aujourd'hui abandonné dans nos usines. Les planches de la *Grande Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert font connaître avec détail les formes successives que l'on donnait au globe de verre, pour en former une sorte de long flacon très-aplati, dont on coupait ensuite les deux calottes latérales, pour obtenir, en les ramollissant par la chaleur, une surface plane. Ce procédé n'est plus usité qu'en Angleterre.

Voici comment M. Henri Chance, directeur d'une importante verrerie, à Birmingham, décrit le *procédé des plateaux*.

« Lorsque le verre a été amené, dit M. Chance, à une consistance qui permette de le travailler, l'ouvrier chargé de cueillir le verre plonge sa canne ou tube de fer creux dans le creuset, et la tournant sur son axe pour égaliser l'épaisseur de la masse cueillie, il enlève à l'extrémité, sur le *nez*, comme on l'appelle en termes techniques, une masse de verre présentant la forme d'une poire. Posant alors sa canne sur un chevalet, il la tourne doucement, et laisse la surface se refroidir de manière à pouvoir cueillir une deuxième quantité de verre. Lorsque la masse est à la grosseur convenable, l'ouvrier, après avoir refroidi sa canne dans un auget plein d'eau de manière à pouvoir la tenir à la main, commence à rouler le verre sur le *marbre* ou lit métallique, jusqu'à ce qu'il prenne une forme conique, le sommet du cône formant le bouillon (fig. 32). Un gamin souffle alors dans la canne, pendant qu'on marbre encore le verre, et lui fait prendre ainsi la forme d'un petit globe. On le chauffe, puis on le souffle de nouveau, on lui fait prendre alors la forme d'un flacon florentin, et l'on prépare le rebord que doit plus tard présenter la feuille développée, en roulant la pièce près du nez de la canne, sur l'extrémité du marbre. On chauffe encore la masse, et le souffleur lui fait prendre la forme d'un grand globe. Pendant ce développement, il est nécessaire de maintenir le bouillon exactement dans la position qu'on lui a d'abord donnée, c'est-à-dire sur une ligne qui coïncide avec l'axe de la canne. Pour y parvenir, le souffleur maintient sa canne sur un support en fer, et, tandis qu'il souffle la masse et la tourne à la fois, un gamin maintient contre le bouillon une pièce de fer qui se termine sous la forme d'une petite capsule (fig. 33). On présente alors au feu de nouveau, et là, par un tour de main de l'ouvrier et en dirigeant la flamme d'une certaine manière sur le globe, on aplatit le front de celui-ci ; on évite, d'ailleurs, qu'il ne s'écrase pendant cette opération, en faisant faire à la canne une révolution rapide sur son axe. La pièce ressemble alors à un énorme vase à décanter, dont le fond serait très-plat et le col très-court. Le bouillon peut encore se voir au centre du fond plat, et c'est alors que l'on se rend compte de son utilité. La canne est maintenue horizontalement sur un chevalet en fer ; un ouvrier

Fig. 32. — Première forme de la masse de verre pour la fabrication des carreaux de vitres par le procédé des *plateaux*.

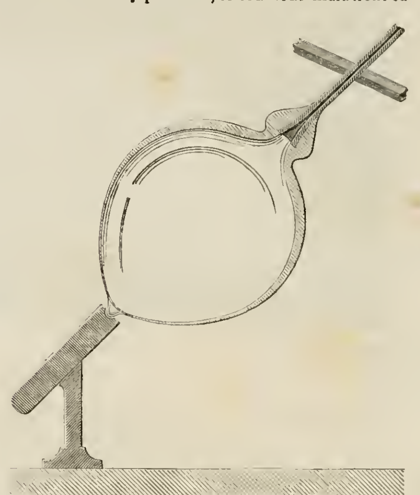


Fig. 33. — Deuxième forme obtenue par le moyen des supports.

s'approche tenant à la main une longue baguette en fer appelée *pontil*, munie, à son extrémité, d'une petite masse de verre fondu. Il presse cette masse contre une pointe en fer, de manière à lui donner la forme d'une petite capsule, puis l'applique, quand elle en a pris la forme, sur le bouillon, où elle adhère bientôt solidement. La masse ainsi formée prend le nom d'*œil de bœuf* ou *bouillon* (fig. 34). Une



Fig. 34. — Troisième forme de la paraison.

incision faite au verre, près du nez de la canne, avec un morceau de fer froid, et un souffle vigoureux, détachent bientôt la canne, qui quitte alors la pièce ; on la laisse reposer quelques instants jusqu'à ce que le verre qui y est resté adhérent se soit fendillé (fig. 35).

« L'extrémité de la pièce qui se trouvait près de

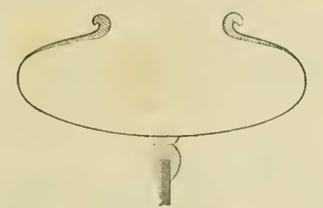


Fig. 35. — Quatrième forme de la paraison retournée et fixée au pontil.

la canne, qui maintenant est détachée, se nomme le *nez*, et c'est elle qui a donné son nom au fourneau ou *trou de nez* devant lequel on la chauffe pour l'opération suivante.

« Le verre arrive alors à sa dernière et plus terrible épreuve. Il est placé entre les mains d'un homme qui, un voile sur la figure, se tient droit devant un immense cercle de flamme, dans lequel il enfonce sa pièce, tout en tournant rapidement son pontil. L'action de la chaleur et de la force centrifuge combinées se montre bientôt. Le nez de la pièce s'étend, les parties qui en sont proches ne peuvent échapper à ce mouvement : l'ouverture devient de plus en plus large ; un instant la vue saisit au passage la figure d'un cercle avec un double rebord. Un instant après le spectateur étonné voit tournoyer devant ses yeux une table circulaire de verre qui, quelques minutes auparavant, gisait dans le pot de verrerie, sans que rien la distinguât du reste de la masse. »

Les plateaux ainsi fabriqués sont recuits, puis découpés en segments à l'aide du diamant. On conçoit que la partie centrale de ces plateaux, laquelle offre un bourrelet, entraîne un déchet considérable dans le débit.

Quelque grands que puissent être les plateaux, ils ne peuvent fournir des vitres aussi grandes que celles qu'on obtient par le procédé français. On voyait cependant à l'Exposition de Londres, en 1851, des plateaux de *crown-glass* (verre blanc) ayant $1^{m},72$ de diamètre.

Les vitres obtenues par le procédé des plateaux, ont sur les vitres obtenues par les manchons, une supériorité qu'ont reconnue toutes les personnes qui sont allées en Angleterre. Les vitres britanniques offrent, en effet, un brillant remarquable.

Nous ne pouvons terminer ce chapitre sans dire quelques mots des *globes* de verre, circulaires, ovales ou carrés, destinés à préserver de la poussière les vases, les objets d'art, les fleurs artificielles, les pendules, etc.

Leur fabrication est presque identique à celle des manchons de verre à vitres, puisque ces globes ne sont en réalité que des manchons, qui ont conservé une de leurs calottes terminales.

Le manchon ayant été amené au point où il ne lui reste plus qu'à être débarrassé de ses calottes, l'ouvrier présente à l'ouverture du fourneau la tête du cylindre pour la ramollir, puis, retournant sa canne le cylindre en haut, il la tient ainsi un instant. L'extrémité du cylindre s'infléchit en dedans, parce que le verre de la partie centrale cède à ce poids. L'ouvrier souffle alors dans sa canne et fait prendre à cette même extrémité une forme bien arrondie.

On détache alors le globe de la canne et

on coupe régulièrement l'ouverture de ce demi-manchon, qui est un véritable globe.

Ce qui précède se rapporte aux globes circulaires. Quant aux globes ovales, ils sont obtenus en soufflant la poire qui sert à faire les manchons de vitres entre deux pièces de bois convenablement écartées et inclinées. Le manchon prend ainsi une forme ovale. Le globe est ensuite coupé régulièrement.

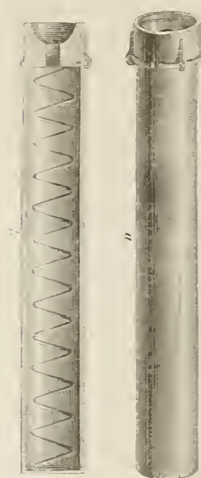


Fig. 36. — Pompe-Robinet.

Les globes carrés se font de la même manière en soufflant une masse de verre dans un moule de bois carré, composé de quatre madriers verticaux.

L'opération du soufflage est très fatigante ; aussi a-t-on été conduit à imaginer un outil qui permet de comprimer vivement une masse d'air, laquelle sert à souffler le manchon ou le globe. On nomme cet outil la *pompe-Robinet* (fig. 36).

« La *pompe-Robinet*, dit M. Péligot, est un petit cylindre en laiton fermé par un bout, dans l'intérieur duquel se trouve un ressort à boudin en fer ; à sa partie inférieure est une sorte de piston en bois avec une ouverture garnie de cuir, retenu par une fermeture à baïonnette percée d'un trou. L'embouchure de la canne, celle-ci étant tenue verticale, étant mise en contact avec le piston, on comprime par un mouvement brusque qu'on donne au ressort l'air contenu dans le cylindre, et on injecte cet air dans la pièce qu'on veut fabriquer.

« Cette pompe a été inventée en 1824 par un ouvrier souffleur de Baccarat, nommé Robinet, qui, devenant vieux et malade, remplaça par cet outil très-simple les poumons qui lui faisaient défaut. La *Société d'Encouragement* accorda à cet inventeur une médaille d'or, et l'administration de Baccarat lui fit une pension (1). »

(1) *Douze leçons sur l'art de la verrerie*, p. 36.

La fabrication du verre à vitres est aujourd'hui concentrée à proximité des exploitations houillères. Il existe, en Belgique, dans la province de Charleroi, 37 fours à 8 creusets. En France cette fabrication a beaucoup d'importance dans le bassin houiller du Nord et dans celui de la Loire. Dans le département du Nord, on compte 25 fours à 8 creusets.

La fabrication du verre à vitres au bois, est abandonnée.

CHAPITRE VI

LE VERRE A BOUTEILLES. — PROCÉDÉS POUR LA FABRICATION DU VERRE A BOUTEILLES.

La première verrerie à bouteilles qui ait existé en Europe est celle de Quiquengronne (département de l'Aisne). Établie pendant les croisades, en 1290, elle fonctionne encore de nos jours.

L'industrie de la fabrication des bouteilles a pris en France une très-grande extension, en raison de la richesse viticole de notre pays. La France produit environ 115 millions de bouteilles par an.

La fabrication des bouteilles, quoique faisant usage de matières premières assez impures, afin de livrer les produits au meilleur marché possible, demande des soins de plus d'un genre. Il faut d'abord que les éléments qui entrent dans la composition du verre soient choisis de façon à résister à l'action des liquides que les bouteilles doivent contenir ; il faut ensuite que le *recuit* ait été bien opéré.

Le *recuit* influe beaucoup également sur la résistance du verre. Les soins qu'on apporte à ce recuit pour les bouteilles destinées à contenir des vins mousseux, doublent le prix ordinaire des bouteilles. Dans les verreries de la Loire, à Rive-de-Gier, le

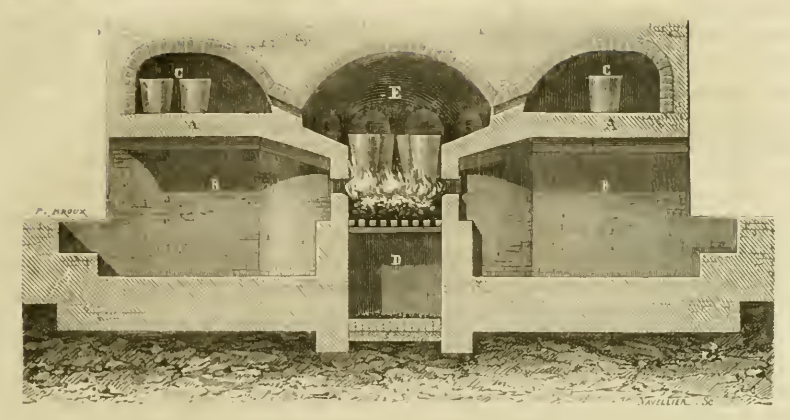


Fig. 37. — Coupe du four employé à Rive-de-Gier pour la fusion du verre à vitres.

D, cendrier ; E, voûte du foyer, ou *tonnelle ;* C, arche chauffée par la chaleur perdue du four et dans laquelle sont les creusets contenant la matière à fritter ; B, fosse.

cent de bouteilles ordinaires coûte 13 francs, tandis que les bouteilles pour le vin de Champagne se vendent de 24 à 30 francs le cent.

Les matières premières que l'on emploie pour la fabrication du verre à bouteilles, varient selon les localités. Afin de diminuer leurs frais, les verriers se servent autant que possible du sable qui existe aux alentours de l'usine.

Voici, d'après M. Bontemps, la moyenne des mélanges dont on fait usage pour le verre à bouteilles, dans les verreries des environs de Paris :

Terre jaune très-siliceuse et très-calcaire, contenant aussi une assez forte proportion d'oxyde de fer	1,000 parties.
Charrées, ou cendres lessivées, séchées dans les arches *cendrières* et tamisées	550 —
Craie, ou marne pilée et tamisée	300 —
Soude de varech	75 —
A quoi on ajoute les *groisils* de la fabrication, lesquels en y joignant le *picadil* (1) de la grille, se trouvent généralement dans la proportion de	750 —
Vieilles bouteilles achetées aux chiffonniers, environ	500 —
Total	3,175 parties.

Le mélange vitrifiable, après avoir reçu la *fritte*, est introduit dans les creusets, qui, à Rive-de-Gier, sont fabriqués avec de la terre de Bolène, mélangée de ciment provenant de débris d'anciens pots mis au rebut. Ils servent vingt-cinq jours ; le four dure six mois.

Les matières qui entrent dans la composition du verre à bouteilles de Rive-de-Gier, sont : le sable du Rhône, le carbonate de chaux, le sel marin et le sulfate de soude.

La couleur vert-foncé des bouteilles provient de l'oxyde de fer que contiennent les sables. Cette teinte est d'autant plus foncée que la quantité d'oxyde de fer est plus considérable. Les sables qui en renferment beaucoup produisent les bouteilles noires.

Tous les mélanges destinés à former des verres à bouteilles sont *frittés*. Cette opération consiste à placer ce mélange dans des *arches*, ou fours adjacents, qui reçoivent la chaleur perdue du foyer.

La fusion des matières vitrifiables dans le

(1) On désigne sous le nom de *picadil* les bavures qui tombent des creusets où la matière se boursoufle. On recueille ces matières sur la grille des fourneaux.

creuset, exige environ douze heures. Cette fusion obtenue, on ajoute le *groisil*, qui n'est que du verre cassé et des débris provenant de l'atelier et de la rue.

La figure 37 donne la coupe du four qui sert à fondre le verre destiné à la fabrication des bouteilles. On y voit les fosses, ou *arches*, qui servent à la fritte du mélange.

Les fours pour la fabrication du verre à bouteilles, brûlent toujours de la houille. La quantité énorme de houille qu'exige la fusion du verre a amené à chercher les meilleures dispositions du foyer pour économiser le combustible, ou pour en tirer le meilleur parti. Aujourd'hui les verreries, qui sont au courant du progrès, font usage du *four Siemens*.

Le *four Siemens*, sur lequel nous reviendrons plus loin, est une disposition du foyer qui a pour effet de séparer la houille incandescente, du fourneau proprement dit où se trouvent les creusets. La houille est, pour ainsi dire, distillée à part, et les produits gazeux de sa décomposition, c'est-à-dire l'oxyde de carbone, l'hydrogène bicarboné et les vapeurs goudronneuses, viennent brûler autour des creusets. Cette manière de brûler la houille amène une économie de 25 pour 100 sur la combustion directe.

Dans les verreries de Rive-de-Gier, on fait usage du four *Boëtius*, qui n'est que le *four Siemens* appliqué aux qualités particulières des houilles de Rive-de-Gier.

Le verre à bouteilles se fond dans un fourneau analogue à celui qui sert à fondre le verre à vitres, et que l'on a représenté plus haut (page 35, fig. 20). Cependant à Rive-de-Gier, l'un des centres les plus importants de cette fabrication en France, on se sert de fours rectangulaires, que nous croyons devoir représenter ici.

La figure 37 (page 45) donne une coupe du four du verre à bouteilles de Rive-de-Gier. Ce four contient 8 creusets, quatre de chaque côté et autant d'*ouvreaux*. Chaque creuset renferme de 600 à 1,000 kilogrammes de matière *frittée*, c'est-à-dire chauffée environ pendant 24 heures dans la cavité C du four, qui est chauffée par la chaleur perdue du foyer. Au-dessous des arches *c*, *c*, se trouvent deux capacités, B, nommées *fosses*, dans lesquelles on peut opérer la fritte dans un temps un peu plus long. La hauteur de la *fosse* est celle d'un creuset. Le foyer est surmonté d'une petite voûte, E, appelée *tonnelle*. Cette fosse se prolonge de chaque côté sous le mur du carré du four. La *tonnelle*, E, est fermée à l'extrémité par une pierre dite *pierre de tesard*, portant, vers la partie supérieure, un trou carré par lequel on jette le combustible dans le four. Plus bas est un autre trou par lequel arrive l'air pour activer la combustion. La voûte est généralement surbaissée de manière à profiter de la chaleur réfléchie.

Chaque creuset et chaque *ouvreau* sont en communication avec le dehors par une porte. C'est par cette porte que l'ouvrier prend du verre dans le creuset, et qu'on introduit le mélange qui, par la fusion, doit donner du verre.

On fait environ 250 fontes par an et par four contenant 8 creusets, ce qui représente environ un million de bouteilles. Après ce temps, le four est hors de service et est démoli.

Voici comment se fabriquent les bouteilles.

Il faut, pour la fabrication d'une bouteille, trois ouvriers, qui constituent ce que l'on nomme dans les verreries, *une brigade*. Ces trois ouvriers ont leurs noms : le premier est le *gamin*, le second le *grand garçon*, le troisième le *souffleur*.

Suivons la fabrication d'une bouteille par une brigade.

Le *gamin* trempe la canne dans le creuset

placé dans le fourneau, et cueille une certaine quantité de verre. Il passe ensuite l'outil au *grand garçon*. Celui-ci prend dans un autre creuset une seconde masse de verre, il arrondit le tout sur un marbre, ou *bloc*, situé à sa portée. Il souffle de temps en temps, pour donner à la *paraison* un certain développement. Puis, tenant sa canne verticalement, il élève les bras, tire lentement la canne à lui, de manière à laisser couler le verre et à former le col de la bouteille. Pour mieux former ce col, l'ouvrier, à l'aide d'une sorte de couteau, refoule vers le bas la masse de verre. Souvent, avec un outil nommé *palette* ou *pince*, il façonne le col en s'asseyant sur un banc de bois pourvu de deux bancs métalliques nommés *bandelles*. Son travail est alors achevé ; il a, comme on dit, *terminé sa paraison*.

Pendant ces opérations, le verre s'est refroidi. Le *grand garçon* va donc le réchauffer à l'ouvreau, en posant sa canne sur un crochet, et en imprimant à sa canne un mouvement de rotation afin de conserver au verre la forme qu'il vient de lui donner.

Lorsque la *paraison* est assez ramollie par la chaleur de l'ouvreau, le *grand garçon* la porte au *souffleur*. Celui-ci enfonce la *paraison*, dans deux ou trois moules en terre, qui sont placés au pied de l'estrade, et il souffle dans sa canne, tout en la tournant dans ses mains. Lorsqu'il juge le moulage terminé, il retire du moule la bouteille fixée au bout de la canne, et appuie sur le fond de la bouteille avec un crochet spécial, pour former l'excavation inférieure que présentent toutes les bouteilles ordinaires, et qui a pour objet de donner plus de résistance à la base de la bouteille, et de diminuer sa capacité.

Un *gamin* présente alors, au bout d'une perche, à l'ouvrier, un panier de fer, ouvert, que l'on nomme le *sabot*, et qui a la forme indiquée dans la figure 38.

Au fond de ce *sabot*, s'élève une forte saillie cylindrique. Le souffleur qui introduit la bouteille dans le sabot, la presse contre le fond. La cavité qui existait déjà dans la bouteille, se trouve ainsi complétée et rendue régulière.

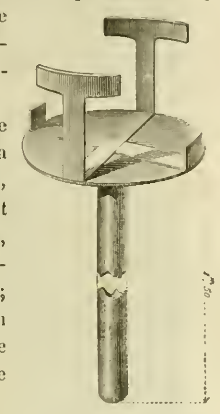


Fig. 38. — Le sabot.

Alors on détache la bouteille de la canne. A cet effet, un fer mouillé est passé sur le *nez*, c'est-à-dire sur l'extrémité de la canne ; le verre se casse en ce point, la bouteille se détache et reste dans le *sabot*.

Il faut ensuite façonner le col de la bouteille. A cet effet, l'ouvrier présente la bouteille, toujours fixée dans le sabot, à l'ouverture du fourneau pour en ramollir le col. Lorsque l'échauffement est suffisant, le gamin rapporte le sabot à l'ouvrier souffleur. Celui-ci, s'asseyant sur un banc muni, comme nous l'avons dit, de deux barres parallèles appelées *bardelles*, pose le manche du sabot sur ces barres, en le faisant tourner de la main gauche. De la main droite, et avec une pince en fer, il arrondit l'entrée du goulot et le refoule de manière à former un bourrelet. Le col de la bouteille est alors façonné.

Dans les anciennes verreries, le col de la bouteille se faisait par un procédé tout autre que celui que nous venons de décrire. Le souffleur prenait dans le creuset une goutte de verre, qu'il laissait s'étirer par son propre poids, et prendre la forme d'un cordon cylindrique, puis il enroulait ce cordon sur le goulot, pour former la bague de la bouteille. La figure 39 représente cette manière d'opérer. Mais la trop forte chaleur qu'il fallait

endurer pour cette dernière opération, a fait renoncer à ce moyen dans presque toutes les verreries actuelles.



Fig. 39. — Façonnage du goulot de la bouteille.

La bouteille terminée, le gamin reprend le sabot et en détache la bouteille. Il la reçoit sur une fourche en fer et la porte dans le four à recuire.

Il y a un four à recuire pour deux creusets. Les bouteilles demeurent 24 heures dans ce four, où elles se refroidissent avec lenteur, pour éviter leur *dévitrification*. Il faut 24 heures pour ce refroidissement graduel.

La figure 41 représente la fabrication des bouteilles, telle qu'on vient de la décrire. Les ouvriers et les *gamins* façonnent les bouteilles ; d'autres *gamins* portent sur des fourches les bouteilles au four à recuire.

Les fours à recuire sont quelquefois à *feu continu*. Ils se composent alors d'une longue galerie, terminée par une porte à chaque extrémité. Les objets déposés sur des chariots sont lentement promenés d'une extrémité, qui est chaude, à l'autre, qui est froide, au moyen d'une chaîne sans fin. Ils arrivent complétement recuits à la porte de sortie.

La figure 40 représente le *four à recuire à feu continu*. F, est le fourneau ; G, le chariot porteur des objets à recuire ; T, le treuil ou

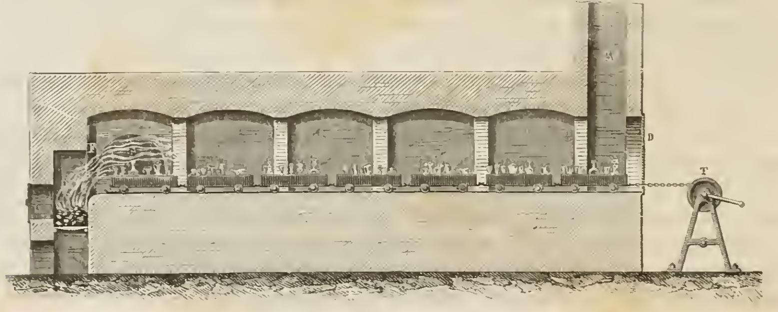


Fig. 40. — Four à recuire à feu continu.

mécanisme opérant la traction et le déplacement du chariot.

A Rive de-Gier, un habile souffleur peut faire, dans sa journée, 650 bouteilles d'un litre.

Si l'on veut obtenir des bouteilles d'une capacité très-égale, on se sert de moules métalliques. M. Carillon a introduit dans quelques verreries le moule en fer à charnières, dont nous donnons ici le dessin (fig. 42). Destiné à fabriquer des bouteilles bordelaises, ce moule est à fond plat, et d'une capacité de 70 centilitres.

Pour souffler les bouteilles dans ce moule, on se sert de la *pompe Robinet*, dont nous avons donné la description en parlant de la fabrication des globes de pendule, page 44.

Le verre qui sert à la fabrication des bou-

Fig. 41. — Halle pour la fabrication des bouteilles.

teilles pour les vins de Champagne, n'a pas

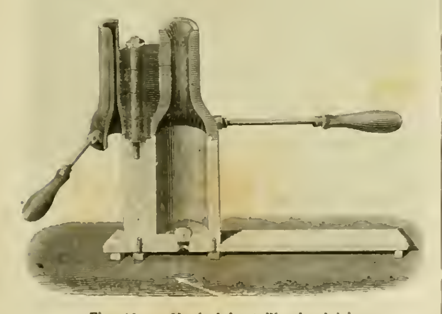


Fig. 42. — Moule à bouteilles bordelaises.

tout à fait la même composition que celui des bouteilles ordinaires.

Voici, d'après M. Bontemps, deux recettes qui sont employées avec succès dans les verreries de la Meuse.

PREMIÈRE RECETTE.

Sable argileux........................	1,000 parties
Chaux..............................	850 —
Cendres de bois.....................	600 —
Soude de varech....................	50 —
Sulfate de soude....................	20 —
Picadil pilé et tamisé..................	60 —
Groisil de fabrication.................	600 —

DEUXIÈME RECETTE.

Sable argileux........................	1,000 parties.
Cendres de bois.....................	500 —
Argile jaune.........................	400 —
Craie..............................	750 —
Chaux..............................	700 —
Sulfate de soude.....................	75 —
Groisil et picadil de la fabrication.	

Les bouteilles à champagne doivent être fabriquées avec un soin tout particulier. Cependant, malgré toutes les précautions, la casse est, en moyenne, de 10 pour 100 dans les caves de Reims et d'Épernay. Dans de certaines années, elle s'élève à 50 pour 100 et au delà.

Les bonnes bouteilles à champagne doivent pouvoir résister à une pression de 25 à 35 atmosphères.

Bien que l'on prenne des précautions pour ne point perdre en entier le liquide contenu dans les bouteilles qui éclatent dans les caves où on les conserve, la casse est fréquente et augmente beaucoup le prix des vins de Champagne. Aussi les fabricants de vins mousseux ont-ils tout intérêt à payer plus cher les bouteilles faites dans de bonnes conditions et donnant le moins de casse.

L'excès de *groisil* rendant le verre cassnt et sec, le fabricant doit ne l'employer qu'avec mesure. Il doit tamiser les matières avec soin, et bien affiner la composition, afin d'éviter les bulles et les grains, qui sont toujours une cause de rupture. Le *recuit* des bouteilles est surtout très-important, car, ainsi que nous l'avons déjà dit, c'est de cette opération que dépend en partie la résistance de la bouteille.

Les bouteilles qu'on fabrique en Allemagne, pour contenir les vins du Rhin, ont une couleur brun-rouge, qui s'obtient en ajoutant aux matières vitrifiables de l'oxyde de manganèse. C'est cet oxyde qui, modifié par le fer du sable et les matières charbonneuses, donne aux bouteilles allemandes leur couleur particulière.

Les bouteilles qu'on fabrique en Angleterre, pour les bières fortes, sont presque noires.

Il importe de faire remarquer que ces différentes couleurs, que l'usage et la tradition ont consacrées pour les bouteilles, n'ont aucune raison d'être, et sont plus nuisibles qu'utiles. La coloration du verre n'est qu'un héritage et un témoignage de l'imperfection des anciens procédés de sa fabrication, et il serait à désirer qu'on y renonçât. Le verre incolore ou peu coloré serait beaucoup plus utile que le verre vert ou noir, pour la fabrication des bouteilles destinées à contenir des boissons. L'impureté des verres colorés peut, en effet, amener, et amène quelquefois, l'altération de la bouteille, et par conséquent celle des vins qu'elle renferme.

Les verreries à bouteilles fabriquent également ces grands vases destinés au transport des liquides, qu'on désigne sous le nom de *bonbonnes*, *dames-jeannes*, ou *touries*, et dont la contenance est d'une vingtaine de litres, en moyenne. On en fait même dont la capacité mesure 60 litres.

Les bonbonnes, qui sont d'une fabrication courante en France, servent, entre autres usages, au transport des acides et des spiritueux. Pour les préserver d'une rupture trop facile, on les entoure d'une chemise d'osier. Les verriers qui fabriquent une grande quantité de ces bonbonnes, ont intérêt à cultiver eux-mêmes, dans le pays, l'osier qui sert à les protéger.



Fig. 43. — Soufflage d'une bonbonne.

Pour fabriquer ces énormes bouteilles,

l'ouvrier souffle la *paraison* dans un moule en bois, sur lequel on laisse couler de l'eau pour l'empêcher de prendre feu. C'est ce que nous représentons dans la figure 43. Tandis qu'un ouvrier souffleur arrondit le verre dans le moule à bonbonne, une ouvrière arrose le moule, à l'extérieur, avec une carafe d'eau fraîche.

Quand la bonbonne est soufflée, l'ouvrier en entoure le col avec un cordon de verre.

Un fer mouillé appliqué sur le *nez* de la canne, en détache la *dame-jeanne*, qui est portée ensuite au four à recuire. Comme le bord du col offre une cassure très-coupante, on en adoucit l'arête à la lime après que la dame-jeanne a été recuite.

Pour souffler les grandes *touries* (de 50 à 60 litres), l'ouvrier emploie un moyen particulier. Comme ses poumons ne contiennent pas assez d'air pour dilater le verre jusqu'au volume voulu, il insuffle dans sa canne une petite quantité d'eau et d'alcool, dont l'évaporation rapide produit une abondante vapeur qui dilate les parois de la pièce de verre.

Les tubes de verre, dont l'emploi est aujourd'hui si répandu, se fabriquent par le moyen suivant.

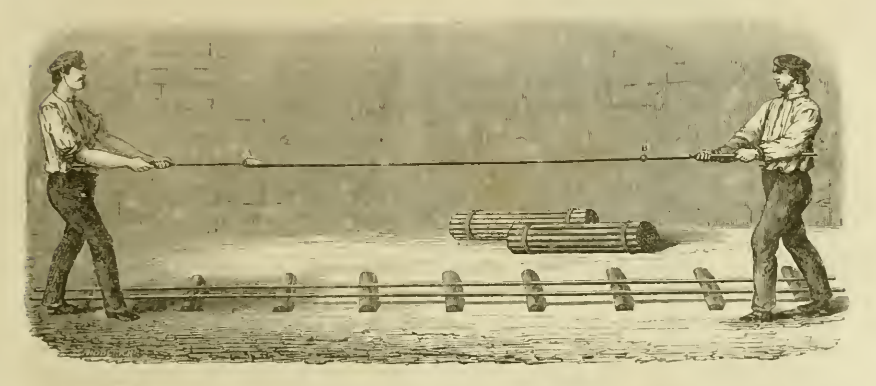


Fig. 44. — Étirage d'un tube et mise en botte des tronçons de tube coupés à la même longueur.

L'ouvrier cueille avec sa canne une certaine masse de verre dans le creuset. Il le roule un peu sur le marbre, puis prend une nouvelle charge de verre dans le même creuset. En soufflant dans cette masse plastique, et la roulant avec soin sur le marbre, il lui donne une forme cylindrique; puis il aplatit l'extrémité de cette masse cylindrique en la pressant verticalement contre le marbre.

Pour produire des tubes de grande section, il faut donner au diamètre creux du cylindre de verre beaucoup de largeur, et opérer sur du verre un peu refroidi. Pour produire des tubes étroits, comme ceux des thermomètres, dont le diamètre est celui d'un cheveu, il faut donner au diamètre creux du verre fondu très-peu d'étendue et opérer avec le verre très-chaud (1).

Pour fabriquer un tube, le *souffleur* et le *gamin* se réunissent (fig. 44). Le *gamin* présente au bout aplati de ce cylindre de verre tenu par le *souffleur*, une masse de verre chaude, laquelle s'agglutine avec cette extrémité, et y adhère. Dès que l'union est opérée le *gamin* et le *souffleur*, tenant chacun une des deux extrémités du cylindre creux, s'éloi-

(1) *Le Verrier du dix-neuvième siècle*, par Pierre Flamm, in-8°, Paris, 1863, p. 321.



Fig. 45. — Étirage d'un tube. Le *gamin* refroidit à l'aide d'un éventail les parties du tube qui s'amincissent trop vite.

gnent l'un de l'autre, d'un pas égal. Ils allongent ainsi uniformément le cylindre, lequel, en s'étirant, donne un tube, qui conserve toujours un diamètre intérieur. Ce diamètre décroît sans cesse au fur et à mesure de l'étirage, mais il ne disparaît jamais. Selon le degré de l'étirage on peut former ainsi des tubes d'un gros calibre ou du calibre d'un cheveu.

Quand le tube est arrivé au diamètre que l'on désire, comme il serait trop chaud pour pouvoir conserver sa forme cylindrique s'il se refroidissait lentement, des ouvriers hâtent sa solidification en agitant au-dessus leurs chapeaux ou des lames de carton en forme d'éventail (fig. 45).

Quand le tube est refroidi en grande partie, on le dépose sur le plancher de la pièce, plancher sur lequel existent, de distance en distance, des morceaux de bois d'égale hauteur, posés parallèlement.

Quand les tubes sont entièrement froids, on les coupe, avec un diamant, aux longueurs voulues.

Si les tubes doivent être très-résistants, comme ceux qui sont destinés aux manomètres des machines à vapeur, il faut les recuire avec soin. D'après M. Flamm, on augmente beaucoup l'élasticité et la solidité des tubes de verre en les plongeant dans l'huile de lin bouillante, et les laissant refroidir lentement. C'est un recuit particulier qu'on donne aux tubes par cette opération.

Les *verres de montres* se font de plusieurs manières. Tantôt on les découpe, au moyen d'un diamant, dans une calotte sphérique provenant d'une boule soufflée; tantôt on prend des morceaux de verre blanc découpés en rond, on les place dans une cuvette ronde, et on introduit le tout dans le four. La chaleur ramollit le verre, qui prend la forme de la cuvette.

On taille sur le tour les rebords des verres de montres, avant de les livrer au commerce.

CHAPITRE VII

LE VERRE A GLACES. — HISTOIRE DES MIROIRS. — LES MIROIRS DANS L'ANTIQUITÉ. — LES MIROIRS DE VENISE A L'ÉPOQUE DE LA RENAISSANCE. — LES RÈGLEMENTS DE L'ÉTAT DE VENISE POUR L'EXERCICE DE LA VERRERIE ET DE LA MIROITERIE. — LA MIROITERIE FRANÇAISE AU XVIIIe SIÈCLE.

Il ne faut point confondre le mot *glace* avec le mot *miroir*. Si les miroirs sont faits

aujourd'hui avec du verre, il n'en fut pas toujours ainsi. Les premiers miroirs furent composés d'un métal poli, et avant la connaissance des métaux, pendant l'enfance de la civilisation, l'eau avait servi de miroir à la coquetterie de nos ancêtres.

Les textes hébreux nous apprennent que Moïse fit faire « un bassin d'airain pourvu de sa base (1), » avec les miroirs des femmes qui veillaient à la porte du tabernacle. A cette époque reculée, l'airain, c'est-à-dire le bronze, servait donc à fabriquer des miroirs quand on rendait sa surface brillante et polie.

On trouve dans les tombeaux égyptiens de véritables miroirs de bronze. Leur forme est ronde ou ovale, et ils sont munis d'un manche plus ou moins ouvragé.

Pline, qui, dans son *Histoire naturelle*, parle longuement de la renommée immense dont jouissait la ville de Sidon, en Phénicie, pour ses verreries, ajoute que c'est dans ce pays que furent inventés les miroirs de verre. Malgré le témoignage si affirmatif de Pline, on a longtemps contesté que les Égyptiens et les Phéniciens aient connu les miroirs de verre ; mais des trouvailles faites de nos jours ont confirmé les assertions du naturaliste romain (2). Le Musée de Turin possède deux miroirs de verre trouvés dans des tombeaux égyptiens. Ils sont encastrés, au moyen d'un cercle de bois, dans le siége d'une petite figure de terre.

M. Batissier dit avoir vu lui-même, en Égypte, plusieurs miroirs de verre tout semblables à ceux du Musée de Turin. Ils sont circulaires et ont 5 à 6 centimètres de diamètre. Leur face extérieure est légèrement convexe. « Ils sont, dit M. Batissier, encastrés à la base de figurines en terre cuite, et proviennent des fouilles de Sakkarah. »

L'existence de tels objets prouve suffisamment que les Égyptiens consacraient le verre à la fabrication des miroirs.

(1) *Exode*, ch. 38, v. 8.
(2) Batissier, *Histoire de l'art monumental*, p. 6?2.

La figure 46 représente trois miroirs égyptiens. La forme qu'ils affectaient et qui était toujours la même, n'était pas indifférente. Elle rappelait le disque sacré que le bœuf

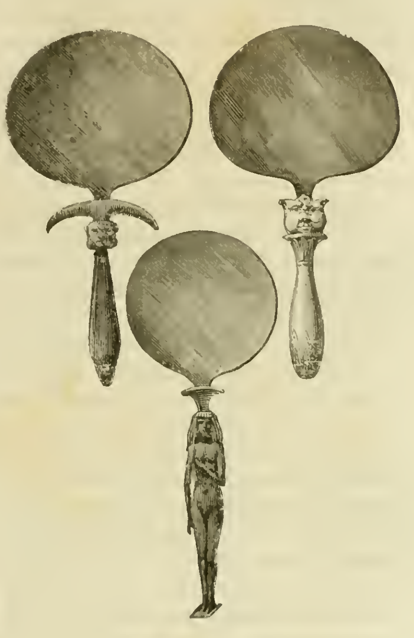


Fig. 46. — Miroirs égyptiens.

Apis portait entre les cornes, image que l'on retrouve sur la tête de beaucoup de divinités de l'ancienne Égypte, et qui était l'emblème ordinaire du culte de Mithra, ou du Soleil.

De l'Égypte les miroirs en verre passèrent en Grèce et en Italie. On ne peut mettre en doute que les Grecs n'aient connu les miroirs de verre d'après ce passage d'Aristote : « Si les métaux et les cailloux doivent être polis pour servir de miroirs, le verre et le cristal ont besoin d'être doublés d'une feuille de métal pour reproduire l'image du corps qu'on leur présente. »

Cependant les miroirs de verre ne parais-

sent être devenus que très-tard d'un usage général chez les Grecs. On se servait chez eux presque exclusivement de miroirs entièrement métalliques, composés d'une surface très-réfléchissante. Les Grecs travaillaient fort bien les métaux, et la description du bouclier d'Achille qu'Homère nous a laissée le prouve suffisamment. Cet airain si brillant qu'il éblouissait les combattants lorsqu'il composait des boucliers et des armes, servait également à fabriquer de resplendissants miroirs.

La ville de Corinthe eut, en Grèce, le privilége de la fabrication des miroirs. Il appartenait à la ville des hétaïres de f briquer les bijoux destinés à reproduire les formes de la beauté.

C'est pour la confection des miroirs que fut inventé, à Corinthe, le *bronze blanc*. Cet alliage très-réfléchissant et susceptible de recevoir un très-beau poli, se composait de cuivre et d'étain, avec addition d'une certaine quantité d'arsenic. Les fondeurs de nos jours sont, en effet, parvenus à reproduire le *bronze blanc de Corinthe*, par l'emploi de l'arsenic ajouté à la fonte.

Chez les Grecs, les miroirs de métal n'affectaient pas exclusivement la forme ronde, propre aux miroirs de verre des Égyptiens. On en fit de carrés, mais le plus grand nombre étaient ovales, comme la figure humaine qu'ils devaient refléter. On les tenait à la main au moyen d'un manche.

Corinthe devait fabriquer des miroirs d'assez grandes dimensions, s'il est vrai que Démosthène, comme l'assure Quintilien, étudiât dans un miroir de la grandeur d'un homme les gestes destinés à accompagner le débit de ses discours. On voyait les plus grands miroirs d'airain dans le temple d'Esculape, dieu à qui l'on attribuait, comme le rappelle Cicéron, ce genre d'invention.

Les dames grecques étaient à leur toilette dans la même position que celles de notre temps. Elles s'asseyaient devant un miroir ovale, qu'elles ne perdaient jamais de vue. Claudien, dépeignant Vénus à sa toilette, dit qu'elle est assise sur un siége, occupée souvent elle-même à sa coiffure, tandis qu'une nymphe accroupie soutient au-devant d'elle un miroir qui réfléchit ses traits. Mais le plus souvent les dames grecques se paraient ou achevaient leur toilette en tenant elles-mêmes à la main un miroir rond ou ovale. C'est ce que montrent les dessins de beaucoup de vases étrusques découverts à Pompéi.

Les Romains empruntèrent aux Grecs la fabrication des miroirs de métal. La ville de Brindes devint le siége de cette fabrication,



Fig. 47. — Miroirs romains.

et elle le disputa bientôt à Corinthe pour la perfection des produits.

Les Romains faisaient usage de miroirs de bronze, d'étain, de fer, ou d'obsidienne, pierre noire qui revêt facilement un poli et un brillant extraordinaires. Mais un perfectionnement remarquable fut réalisé à Rome, dans cette branche d'industrie. Un artiste nommé Praxitèle, qui vivait sous le consulat de Pompée, fabriqua, dit-on, le premier, des miroirs d'argent. Le prodigieux pouvoir réflecteur dont jouit l'argent, fit promptement abandonner les anciens miroirs de fer, d'airain ou d'obsidienne.

Les miroirs d'argent étaient un grand objet de luxe chez les Romains des derniers temps de la République. La plaque d'argent poli était entourée d'une bordure finement ciselée; le manche était un objet d'art, que l'on recouvrait de pierres précieuses et qu'on enchâssait d'or.

Le luxe des miroirs fut poussé si loin que Sénèque le reproche avec aigreur aux patriciennes de son temps. Une esclave (*specillateria*) était particulièrement affectée à la conservation de ce meuble précieux. On enfermait le miroir dans un étui de bois d'assa fœtida (*asser*) qui écartait les insectes par son odeur et les maléfices par ses vertus magiques. Pour entretenir le brillant poli du métal, une éponge saupoudrée de pierre ponce en poudre était attachée par un cordon à la bordure du miroir.

Pendant la toilette de la dame romaine, une esclave accroupie tenait devant elle le miroir, ovale ou carré.

Bientôt, le luxe augmentant toujours, les miroirs furent fabriqués en or. Sous les empereurs, les miroirs d'argent étaient devenus si communs qu'on les abandonnait aux esclaves. L'or seul était digne de refléter les traits des fières patriciennes ou des opulentes courtisanes !

On en était à cette dernière limite du luxe, lorsqu'une invention nouvelle arriva des verreries de Sidon. Les miroirs composés d'une lame de verre appliquée sur une feuille de métal, avaient été, avons-nous dit, connus des Égyptiens, des Phéniciens et des Grecs. Mais sans doute leur fabrication avait longtemps offert de grandes difficultés ; de sorte que leur emploi n'avait pu devenir général. On finit, au temps des empereurs romains, par trouver, dans les verreries de Sidon, de bons procédés pour fabriquer de larges surfaces de verre. Nous présumons que l'on parvint à les fabriquer par le coulage du verre substitué au procédé du simple soufflage.

Quoi qu'il en soit, les verreries de Sidon étant parvenues à fabriquer facilement des miroirs de verre, la Grèce et l'Italie reçurent ces nouveaux miroirs avec enthousiasme, et les miroirs métalliques furent tout aussitôt relégués parmi les vieilleries qui n'intéressaient que les amateurs d'antiquités et de curiosités.

On ne saurait fixer exactement la date du premier emploi, chez les Romains, des miroirs de verre doublé d'une feuille de métal ; mais le fait lui-même ne saurait être mis en doute (1). C'est probablement sous les premiers empereurs que commença l'importation à Rome des miroirs de verre doublé d'une lame d'étain ou d'argent.

L'art du verrier et du miroitier ayant fait de grands progrès en Italie, les miroirs de verre furent fabriqués avec une grande perfection à Brindes, à Rome, et sans doute dans beaucoup d'autres villes de la péninsule italienne.

La destruction de l'empire romain, son envahissement par les Barbares et son démembrement final, eurent pour résultat de détruire l'industrie du verre, et celle des miroirs, dans toute l'Italie. Un seul coin de ce pays, comme caché au fond de ses lagunes, put conserver le dépôt de l'industrie verrière. C'est, en effet, à Venise que nous trouvons établie, à partir du xe siècle, la fabrication du verre et celle des miroirs, ainsi que nous l'avons dit dans l'histoire générale du verre.

Cependant la fabrication des glaces ne prit d'importance à Venise que dans la première moitié du xvie siècle, grâce aux procédés qu'avaient empruntés à l'Allemagne, deux fabricants vénitiens, Andrea et Domenico d'Anzolo.

Les glaces de Venise, dont la réputation devint bientôt universelle, étaient de petites dimensions. Très-limpides, très-blanches, elles étaient douées d'une pureté et d'un éclat

(1) Voir le *Cabinet de l'amateur et de l'antiquaire*, t. II, p. 57.

que faisait encore ressortir l'artifice du *biseautage.*

Venise conserva pendant des siècles le monopole de la fabrication des glaces. Aucune verrerie n'osait entrer en lutte avec elle. Un grand miroir de Venise était considéré à lui seul comme une fortune. Lorsque le roi Henri IV envoya son ministre Sully en Angleterre, en 1603, il mit au nombre des présents précieux qu'il destinait à la cour de Londres, un grand miroir de Venise. Ajoutons que ces miroirs étaient enrichis d'encadrements somptueux, de sculptures artistiques, de diamants, de pierres et de perles fines. Les artistes, les peintres, les émailleurs, décoraient les miroirs d'ornements délicats empreints du goût italien.

Néanmoins le prix exorbitant des miroirs de verre ne permettait qu'aux rois et aux grands seigneurs cette coûteuse fantaisie. On continuait donc, à l'époque de la Renaissance, à fabriquer des miroirs en métal, comme on l'avait fait dans l'Antiquité. Le miroir de la reine Marie de Médicis qu'on voit aujourd'hui dans la collection des Souverains, au Musée de Cluny, est en cristal de roche. Ce sont des agates qui, taillées en cabochons et enchâssées dans un réseau d'or émaillé, forment autour de la glace un cadre qui en dessine la forme rectangulaire (1).

Nous n'avons pas besoin de dire combien l'État de Venise attachait d'importance à favoriser par tous les moyens l'industrie des miroirs.

Les verriers vénitiens étaient nobles. Les noms d'un grand nombre d'entre eux étaient inscrits sur le *livre d'or* de la république, à côté de ceux des plus illustres familles. Il existait pour eux une juridiction particulière; ils n'étaient justiciables que de leur tribunal et de celui du conseil suprême, et il était rare que quelques-uns des leurs ne fissent point partie de ce conseil.

(1) N° 102 du Catalogue.

Le gouvernement vénitien avait, par contre, entouré la fabrication des miroirs et la verrerie d'un cercle d'obligations strictes, ayant pour effet d'empêcher la divulgation à l'extérieur des procédés de cet art. Comme nous l'avons dit dans l'histoire générale du verre, les fabricants et artistes verriers étaient confinés dans l'île de Murano, située près de Venise, avec injonction expresse d'y demeurer. Les hommes de cette profession devaient se marier exclusivement dans leur corporation, et leurs enfants continuer la profession paternelle. Ils ne pouvaient admettre aucun étranger. Nul verrier n'eût d'ailleurs osé quitter Venise, car sa famille restée comme otage aux mains d'un gouvernement impitoyable, aurait payé cruellement le manque de foi de l'un de ses membres. Toute indiscrétion, toute divulgation des procédés était punie de mort.

Ainsi protégée par une législation soupçonneuse et inflexible, l'industrie de la fabrication des miroirs demeura pendant trois siècles le privilége de l'État vénitien. Cette industrie produisait des bénéfices immenses. Elle nécessitait l'entretien d'une puissante marine de commerce, pour les relations avec tous les pays de l'Europe, avec l'Asie et l'Afrique.

Nous trouvons dans une intéressante monographie de la *Manufacture de glaces de Saint-Gobain*, publiée en 1865, par M. Aug. Cochin, des renseignements peu connus sur l'industrie de la fabrication des miroirs à Venise pendant la Renaissance. Il ne sera pas sans intérêt de les reproduire ici.

« On n'imagine point, dit M. Cochin, quelle était la dureté des règlements industriels de Venise. État sans territoire et sans population, prenant des ouvriers à la Turquie et à la Grèce, des soldats à la Dalmatie, des esclaves à la Guinée, des matières partout, vivant d'emprunts, elle ne voulait pas prêter. Elle devait tout à l'étranger, et elle l'excluait sévèrement; une fois résident, l'ouvrier étranger ne pouvait plus sortir.

« Si quelque ouvrier ou artiste transporte son art en pays étranger, » disait l'article 26 des *Statuts de*

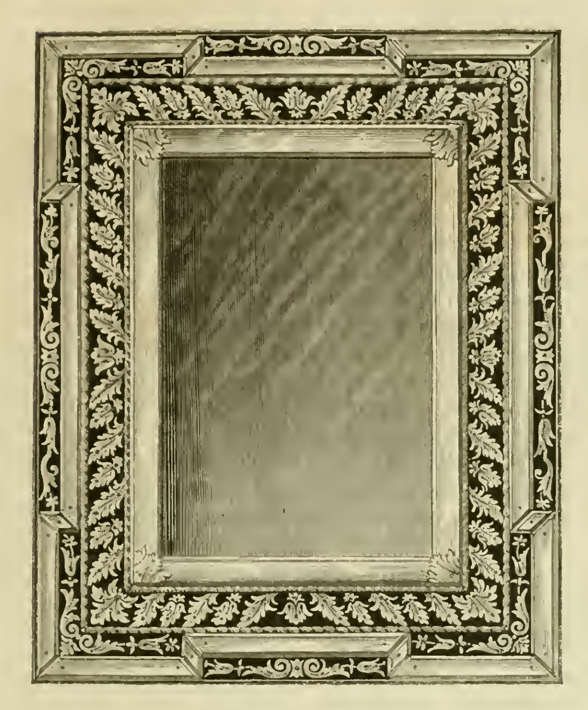


Fig. 48. — Miroir de Venise, dit *Miroir de Henri III*, du Musée de Cluny.

l'inquisition d'État (1), « il lui sera envoyé l'ordre de « revenir. S'il n'obéit pas, on mettra en prison les « personnes qui lui appartiennent de plus près, afin « de le déterminer à l'obéissance par l'intérêt qu'il « leur porte. S'il revient, le passé lui sera pardonné, « et on lui procurera un établissement à Venise. Si, « malgré l'emprisonnement de ses parents, il s'ob- « stine à vouloir demeurer chez l'étranger, on char- « gera quelque émissaire de le tuer, et, après sa « mort, ses parents seront mis en liberté. »

« Ces règlements farouches étaient répétés et appliqués à chaque industrie. Lorsque les Vénitiens n'avaient pas à vendre les draps, les cuirs, les soies, les dentelles, les glaces, les armes, lorsqu'ils n'avaient que du sel, ils avaient perfectionné l'art de l'extraire, ils s'étaient approprié les salines de la côte, ils avaient monopolisé le transport, et dès lors, pour tout sujet de la République, l'achat du sel étranger avait été puni comme un crime ; on rasait la maison du délinquant, et on le bannissait à perpétuité (1).

« Avec la soude provenant des plantes marines, leur sable et le bois de la Dalmatie, les Vénitiens firent de bonne heure du verre, puis des glaces. S'il faut en croire le vieil historien anglais Bède, ce furent, nous l'avons dit, des ouvriers de Venise que fit venir, en 674, l'abbé Benoît, pour poser des vitres au couvent de Weremouth. Cependant, les plus anciens règlements connus de l'industrie verrière sont seulement du XIIIe siècle.

« Ces règlements, très-nombreux (2), sur les matières, les produits, les procédés, les heures et les époques du travail, les corporations, les pénalités, étaient transcrits sur un registre, vulgairement appelé *Mariegola* (matricule), et placés sous la surveillance d'un conseil mixte et électif d'ouvriers et de patrons, ap-

(1) Daru, *Histoire de la république de Venise*, p. 90.

(1) Daru, *loco cit.*, p. 7.

(2) Ils sont parfaitement analysés dans l'écrit de M. Cecchetti, auquel nous empruntons ces détails.

pelé *il comparto*, la *répartition*, parce qu'il empêchait l'empiétement entre quatre classes distinctes d'établissements : verres et cristaux, — vitres et glaces, — *conteries* et émaux, — perles et *margarites*. La haute surveillance appartenait au conseil des Dix.

« Le plus ancien acte connu est un arrêt du Grand Conseil, en date du 17 octobre 1285, qui prohibe l'exportation de toutes les matières premières ; il est suivi d'un autre arrêt, du 8 juin 1295, qui interdit aux ouvriers, qui commencent déjà à émigrer à Bologne, à Mantoue, de sortir de la ville sous peine d'amende, de bannissement, de mort.

« C'est par une loi du 8 novembre 1291 que toute l'industrie verrière fut reléguée dans l'île de Murano, de peur d'incendie et d'insalubrité, mais sans doute aussi pour mieux emprisonner les ouvriers et les procédés secrets.

« L'art de souffler, d'étamer, de biseauter, de ciseler, de graver, de colorer les miroirs (*specchi*) paraît remonter au XIVe siècle. M. Daru croit que les Vénitiens le reçurent de l'Orient. M. Cecchetti pense qu'il leur est venu d'Allemagne. Il cite un décret fort curieux, du 5 février 1317, qui autorise trois Vénitiens à s'associer avec un maître allemand, qui savait fabriquer du verre pour miroirs, *cum quodam magistro de Allemania, qui vitrum a speculis laborare sciebat.*

« Cet art n'atteignit sa perfection qu'au XVIe siècle, à dater des priviléges accordés, en 1498 à Vincenzo Redor, en 1507 à Danzolo del Gallo. Pendant les deux siècles suivants, les miroirs et les ouvrages en verre de Venise acquièrent une réputation et un débit croissants, et les noms de Berroviero, Briati, Bertolini, Motta, sont cités comme des noms d'artistes. Les mandarins chinois portent des boutons de cristal de Venise ; ses perles servent de monnaies, *conteries*, sur les bords de la mer Rouge ; on troque ses verroteries contre des esclaves sur les côtes de Guinée; les jeunes filles d'Ispahan apportent un miroir en dot, et Catherine de Médicis achète à grand prix le miroir qui figure au Musée des souverains.

« Le résultat d'une telle prospérité fut de rendre les règlements vénitiens plus sévères, et en quelque sorte furieux. En 1721, toute importation de verre étranger est interdite comme chose *scandaleuse et damnable, scandalosa e dannatissima*, et il existe dans les papiers des inquisiteurs d'État une pièce ainsi conçue, datée du 3 août 1754. Il n'y a guère plus de cent ans :

« Pris la résolution d'enlever du monde, *di togliere* « *dal mundo*, Pietro de Vetor, fugitif, qui est à « Vienne, et Antonio Vistosi, qui est à Florence. En « conséquence, ordre est donné à Missier de trouver « deux hommes propres à ce dessein, *atti a tale ef-* « *fetto*, et on lui a remis deux doses de poison.

« 7 *du même mois*. Étant trouvés par Missier les « deux hommes dont il s'agit, à celui qui doit aller « à Florence furent donnés pour son voyage, son « séjour et son retour, 80 sequins; à celui qui doit « aller à Vienne, 50.

« On a promis à l'un et à l'autre 100 sequins, une « fois la chose faite, *all' opera fatta*, et à chacun fut « donnée la chose propre à enlever du monde, *to-* « *gliere dal mundo*, lesdits hommes. »

« On voit que l'ambassadeur de Venise n'exagérait pas lorsqu'il écrivait à Colbert qu'il courait risque de se faire jeter à la mer s'il débauchait des ouvriers. Il y réussit pourtant; mais ce succès ne fut peut-être pas étranger à son prompt départ de Venise, à la fin de janvier 1665 (1). »

Les miroirs de Venise se payaient littéralement leur poids d'or. Cependant, quand on considère aujourd'hui ces objets si admirés autrefois, on ne peut se défendre de sourire. Les miroirs vénitiens s'obtenaient par le soufflage, c'est-à-dire par le procédé qui sert à faire les vitres. Mais on ne pouvait, même à Venise, obtenir par le soufflage que de très-petites lames de verre ; de sorte que les miroirs étaient d'une dimension qui nous paraît aujourd'hui ridicule. Ils n'étaient pas plus grands qu'un trumeau de nos jours, et le verre était souvent plein de bulles et de soufflures, de stries et d'imperfections. Les miroitiers de Murano avaient l'art de combiner les plus petits morceaux, d'en faire des mosaïques, qui formaient le plus gracieux ensemble. Le cadre tout en verroteries et peint avec une harmonie incomparable, relevait singulièrement cet assemblage gracieux. Le *biseau*, la gravure de la glace et l'entourage de verre ciselé, caractérisent les glaces anciennes de Venise.

Tout cela était le fruit d'une main-d'œuvre patiente et éminemment artistique. Mais, nous le répétons, sous le rapport des dimensions, les miroirs vénitiens sont de véritables nains à côté des produits ordinaires des fabriques modernes. Près des miroirs de Venise les plus admirés et les plus authentiques, mettez quelques-uns des chefs-d'œuvre de la miroiterie moderne, et vous serez forcé de convenir que les produits vénitiens ne sont plus que

(1) *La Manufacture de glaces de Saint-Gobain*, p. 15-18.

des souvenirs archéologiques, sans aucune autre valeur que celle que leur accorde la convention ou le sentiment personnel. J'ai rapporté de Venise, en 1865, deux glaces anciennes gravées et encadrées d'un feuillage de verre. Leurs dimensions sont médiocres, leur verre peu limpide ; mais je ne les échangerais pas pour la plus belle glace de Saint-Gobain.

La figure 48 représente un des spécimens les plus connus de la miroiterie de Venise. C'est le miroir de Henri III, qui est placé sur la cheminée de la salle qui précède la chapelle du Musée de Cluny. Cette pièce remarquable fut donnée à Henri III par le doge, pendant les fêtes que Venise offrit à ce roi, à son retour de Pologne. Cette glace est la plus grande que l'on ait jamais pu produire par le soufflage ; mais elle est pleine de bulles et de stries. Elle est entourée d'une bordure en verre de couleur et en verre blanc taillé en biseau et ornée de fleurs de lis, entremêlées de palmes, en verre taillé. Ces feuilles sont fixées sur la bordure par des vis de fer.

Du reste, Venise expédiait souvent à l'étranger des glaces nues, que l'on montait selon les préférences artistiques de chaque pays. A Florence on aimait à entourer la glace d'une large bordure de fer damasquiné. Tel est le miroir connu sous le nom de *miroir de François* Ier, que représente la figure 49 (page 61). La glace de Venise est appliquée sur une bordure de fer. Deux figures en fer ciselé et doré l'accompagnent, et d'autres figures repoussées au marteau, encadrent les bords. Le fond représente un décor d'une riche architecture. La glace très-épaisse et taillée en biseau, fait saillie au milieu : elle a 72 centimètres de long sur 62 de large.

Les verreries de Venise avaient atteint, au XVIe et au XVIIe siècle, l'apogée de leur gloire. A partir de ce moment, cette précieuse industrie échappa à la cité des lagunes. L'Allemagne et particulièrement la Bohême, surent créer des fabriques dans lesquelles les procédés des verriers vénitiens furent mis en pratique, avec moins de goût sans doute, mais avec infiniment plus d'économie, en raison de l'extrême bas prix de la main-d'œuvre et du combustible. Les forêts de la Bohême fournissaient le bois à vil prix ; de sorte que le monopole industriel de Venise fut profondément atteint dès le XVIe siècle et totalement anéanti au XVIIIe.

L'Allemagne ne fut pas seule à attirer à elle la fabrication des miroirs. La France parvint à s'enrichir de la même conquête. Nous allons voir, dans le chapitre suivant, les destinées qui étaient réservées dans notre pays à cette intéressante industrie.

CHAPITRE VIII

LA FABRICATION DES GLACES IMPORTÉE EN FRANCE. — LA FABRIQUE DE TOUR-LA-VILLE. — LUCAS DE NEHOU INVENTE LE PROCÉDÉ ACTUEL DE FABRICATION DES GLACES PAR LE COULAGE. — ÉTABLISSEMENT DE LA FABRIQUE DE SAINT-GOBAIN, PAR PRIVILÉGE ROYAL.

Ce serait une erreur de croire que l'art du verrotier et celui du miroitier fussent entièrement inconnus en France et en Allemagne pendant que Venise créait et répandait en Europe ses élégants produits. On regarde comme des glaces de Venise et on désigne par ce nom tous les trumeaux qui datent d'avant Colbert, mais beaucoup ont été fabriqués en France, et le plus grand nombre se composent d'une glace de Venise ornée et montée par un miroitier français.

L'art de la *bahuterie*, de la *tabletterie*, de la *gaînerie* était éminemment français. Les miroitiers parisiens étaient surtout renommés par leur habileté à encadrer les petits miroirs dans des meubles, cassettes, nécessaires, tables à ouvrage, etc. Les nécessaires de toilette ont

été inventés par nos *gaîniers*, du temps de Louis XI (1). Dans toutes les provinces de France, il existait des corporations de miroitiers.

Sans doute les artistes vénitiens l'emportaient sur les nôtres, sous le rapport du goût, mais ils n'avaient absolument rien innové dans la fabrication du verre. Les procédés que l'on employait à Venise étaient les mêmes qu'avaient pratiqués les anciens. Les verriers de Murano soufflaient des globes de verre pour en fabriquer des carreaux plats, en se servant de la même canne et des mêmes outils que les verriers de l'ancienne Égypte et de la Phénicie avaient employés pour développer leurs vases. On ne travaillait pas autrement à Venise que dans l'ancienne Thèbes, à Héliopolis, à Sidon. Les fourneaux et les creusets des verriers de Murano avaient été exécutés d'après la description laissée par Agrippa, et le verre se fabriquait d'après les mêmes recettes qu'avait transmises la tradition des verriers phéniciens. Pendant cinq à six siècles qu'elle travailla le verre, Venise ne sut rien inventer. Le pas de géant que la fabrication des glaces fit dans les dernières années du XVIIe siècle, s'accomplit par le génie et la patience d'un gentilhomme verrier de la Normandie.

C'est ce dernier progrès qu'il nous reste à raconter avant d'arriver à la description de la fabrication des glaces par les procédés actuels.

Henri II, Henri IV et Louis XIII, avaient eu l'intention de ravir à la cité vénitienne le monopole qui faisait une partie de sa richesse. Mais ce ne fut qu'en 1660, sous Louis XIV, et grâce à l'habileté de Colbert, que la France put s'approprier cette industrie. L'ambassadeur de France à Venise réussit, à force d'adresse et d'argent, à attirer à Paris dix-huit ouvriers vénitiens. On les installa dans le faubourg Saint-Antoine, et Colbert accorda un privilége, entouré de toutes sortes de faveurs, à la compagnie qui se présenta pour inaugurer en France la « *fabrication des glaces de Venise.* »

La *Manufacture de glaces de miroirs par des ouvriers de Venise* eut pour premier directeur Nicolas du Noyer, receveur général à Orléans.

Nicolas du Noyer eut bientôt à se plaindre de ses ouvriers, qui voulaient retourner à Venise. Trois furent arrêtés sur la route de l'Italie. Nicolas du Noyer parle, dans un mémoire qui nous a été conservé, des embarras et des difficultés que cause à la manufacture du faubourg Saint-Antoine la capricieuse conduite des ouvriers italiens. Il ajoute, toutefois, que l'État n'a pas tenu les promesses qu'il avait faites à ces ouvriers, et que ceux-ci « aimeraient mieux recevoir un peu qu'espérer beaucoup. »

A cette époque, il existait à Tour-la-Ville une importante verrerie. Au XVIIe siècle, les verreries s'établissaient de préférence sur les bords de la mer, à cause de la facilité que l'on avait à se procurer de la soude en brûlant les plantes marines. Aussi les verreries étaient-elles nombreuses en Normandie et en Picardie. Celle de Tour-la-Ville près de Cherbourg, était une des plus importantes. Elle était dirigée, avant l'arrivée en France des ouvriers vénitiens, par Richard Lucas, sieur de Nehou, fort habile verrier qui, après de laborieux essais, était parvenu à fabriquer du verre blanc et des *glaces de miroirs*. Il avait fourni, en 1656, les « verres blancs du Val-de-Grâce » (1).

Sur les plaintes de Nicolas du Noyer, Colbert engagea la *Compagnie royale du fau-*

(1) On trouve dans le *Compte des dépenses de la Cour en* 1469, qu'il fut payé à Olivier le Maulvais, valet de chambre et barbier de Louis XI, 20 livres 12 sous 16 deniers « pour ung estuy garni de razouers d'argent doré, de fin or, sizeaux, peignes et *mirouers.* » Vers le même temps, le duc d'Orléans fit payer à Richard de Giez « unq estuy de cuir doré pendant à un long lez de soie garni d'un *mirouer* » (*Archives de M. de Joursanvault*, 1re partie, p. 118).

(1) *La Manufacture de glaces de Saint-Gobain*, par Augustin Cochin, p. 29.



Fig. 19. — Miroir de Venise, dit *Miroir de François Ier*.

bourg Saint-Antoine à se mettre en rapport avec Richard Lucas de Nehou. Dès lors la verrerie de Tour-la-Ville, située, comme nous l'avons dit, aux environs de Cherbourg, dans la vallée que l'on désigne aujourd'hui sous le nom de *vallée de la Glacerie*, devint la succursale de la *Compagnie royale de Paris*.

C'est dans cette manufacture, en 1688, que Louis Lucas de Nehou, neveu de Richard de Nehou, réalisa l'immense découverte qui devait accomplir une révolution radicale dans cette industrie. Jusque-là les glaces n'avaient différé des vitres que par la plus grande pureté des matières servant à leur fabrication. On fabriquait les glaces comme les vitres, c'est-à-dire par le procédé du *soufflage*, et ce procédé imposait une limite fort restreinte aux dimensions des glaces. Lucas de Nehou parvint à obtenir des glaces par la difficile et grandiose opération du *coulage*, et à partir de ce moment on put fabriquer des plaques de verre de dimensions considérables, et d'une épaisseur régulière.

On a longtemps attribué à Abraham Thevart l'invention du coulage des glaces, et M. Bontemps, dans son *Guide du verrier*, reproduit cette assertion. Mais M. Augustin Cochin, dans son *Histoire de la Manufacture de glaces de Saint-Gobain*, que nous avons citée plusieurs fois, assure que Thevart n'était que le prête-nom d'associés qui voulaient créer une manufacture de glaces, analogue à celle de la Compagnie royale du faubourg Saint-Antoine.

Sans nous préoccuper davantage de cette question, nous dirons que la Compagnie

de Saint-Gobain, qui doit bien connaître les faits, accorde sans hésiter à Louis Lucas de Nehou le mérite de la découverte du coulage des glaces. Pendant la fête qui eut lieu à Saint-Gobain, en 1865, à l'occasion du deux centième anniversaire de la fondation de la Compagnie, on grava l'inscription suivante sur une plaque de marbre qui fut posée à l'un des côtés de la porte de la chapelle de Saint-Gobain :

LE 22 OCTOBRE 1865
LA COMPAGNIE DE SAINT-GOBAIN, CHAUNY ET CIREY
A FAIT PLACER CETTE INSCRIPTION
EN MÉMOIRE DE LOUIS LUCAS DE NEHOU
QUI INVENTA
EN 1691
LA MÉTHODE DE COULER LES GLACES
ET INSTALLA LA MANUFACTURE
EN 1693
DANS LE CHATEAU DE SAINT-GOBAIN
OU IL EST MORT
EN 1728.

Par des lettres patentes du 14 décembre 1688, un privilége royal de trente années fut accordé à Abraham Thevart. Il était tenu de fabriquer des glaces, dites *grandes*, et d'au moins 60 pouces sur 40.

En 1691, Abraham Thevart transporta ses ateliers à Saint-Gobain (aujourd'hui département de l'Aisne). Abraham Thevart avait attiré à lui Louis Lucas de Nehou, qui, quittant sa fabrique de Normandie, était devenu directeur de celle d'Abraham Thevart. Pendant plus d'un siècle on continua à expédier de Saint-Gobain des glaces brutes à la manufacture du faubourg Saint-Antoine, à Paris, où on les terminait.

L'étranger ne tarda pas à mettre à profit la découverte française. En 1773, fut fondée en Angleterre, à Ravenhead, près de Prescott, la première manufacture de glaces coulées. Des fabriques furent également créées en Allemagne dès cette époque, mais elles n'eurent qu'une durée éphémère.

En France, la fabrique de vitres de Saint-Quirin, qui faisait des glaces soufflées, se mit à fabriquer des glaces coulées, avec l'assistance d'un contre-maître de Saint-Gobain, et elle lutta sans désavantage contre sa rivale. C'est au commencement du XIXe siècle que la fabrique de Saint-Quirin commença sa production de glaces.

En 1840, la *glacerie* de Saint-Quirin fut transportée à Cirey. Bientôt les deux rivales firent cesser toute concurrence et réglèrent à l'amiable la vente de leurs produits dans un dépôt commun.

Les priviléges ayant été abolis en 1789, une glacerie nouvelle s'était établie à Commentry; les deux compagnies l'achetèrent et la revendirent, avec stipulation de ne point y fabriquer de glaces. Une autre glacerie, établie par M. de Prémontré, en 1830, près de Saint-Gobain, fut également rachetée par la même Compagnie.

D'autres glaceries se fondèrent en France à cette époque. Telles furent celle de Montluçon, non loin de Commentry, celle d'Aniche, dans le département du Nord; de Floreffe près Namur, de Sainte-Marie d'Oignies, en Belgique, de Recquignies, à Feumont, dans le département du Nord (ces dernières fondées par les établissements de Sainte-Marie et de Floreffe); d'Aix-la-Chapelle; enfin de Manheim (cette dernière fondée par la compagnie de Cirey).

Depuis 1855, les compagnies de Saint-Gobain et de Cirey ont fusionné. La première apportait l'établissement fondé nouvellement à Manheim, la seconde, l'importante usine de produits chimiques de Chauny, d'où elle tire la soude nécessaire à la composition du verre à glaces. Deux ans après, la compagnie fusionnée, sous le nom de *Compagnie des glaces et produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey*, louait à la compagnie d'Aix-la-Chapelle la manufacture de Stolberg et l'acquérait en 1864 (1).

Tel est l'historique de l'établissement et des progrès en France de la fabrication des

(1) Augustin Cochin, *la Manufacture de glaces de Saint-Gobain*, p. 63.

glaces, qui de nos jours, aux Expositions universelles de Londres et de Paris, a montré à quel degré de perfection elle était arrivée. On a vu à l'Exposition universelle de 1867, des glaces d'une éclatante pureté, d'un poli admirable, qui atteignaient les énormes dimensions de 6m,09 de long sur 3,59 de large, soit 21m,50 de superficie.

Nous allons maintenant faire connaître les procédés actuels de fabrication des glaces.

CHAPITRE IX

LA FABRICATION DES GLACES. — COMPOSITION DU MÉLANGE VITRIFIABLE. — FUSION. — LE FOUR SIEMENS. — OPÉRATIONS DU COULAGE ET DU DOUCISSAGE DES GLACES.

M. Bontemps, dans son *Guide du verrier*, fait connaître le mélange suivant comme le plus généralement employé pour la fabrication du verre destiné à fournir les glaces.

Sable blanc, lavé	60,60
Sulfate de soude	25,45
Charbon en poudre	1,52
Craie de Meudon, ou autre carbonate de chaux pur	12,12
Acide arsénieux	0,31
	100,00

La réaction du charbon sur le sulfate de soude et la craie, a pour résultat de produire du carbonate de soude, comme quand on prépare la soude artificielle; ensuite ce carbonate de soude est décomposé par la silice du sable, et forme du silicate de soude. La chaux qui fait partie du mélange donne du silicate de chaux. Le verre se trouve ainsi formé, puisque le verre est un mélange de silicates de soude et de chaux ou d'alumine.

Au lieu d'un mélange de charbon, de sulfate de soude et de craie, destinés à produire du carbonate de soude, quelques fabricants prennent le carbonate de soude même. Quelques-uns suppriment l'arsenic; d'autres ajoutent du sulfate de baryte, du borax, du minium ou de l'oxyde de zinc. Mais M. Bontemps estime que le mélange cité plus haut est le meilleur.

Disons aussi qu'on ajoute du peroxyde de manganèse, en plus ou moins grande quantité selon les proportions d'oxyde de fer qui existent dans les matières vitrifiables même les mieux choisies. Le peroxyde de manganèse a pour résultat de décolorer le verre. Cet effet provient de ce que le peroxyde de manganèse se désoxyde en présence du silicate de protoxyde de fer que renferme le verre fait avec des sables ferrugineux. L'oxygène provenant de la décomposition du peroxyde de manganèse se porte sur le silicate de protoxyde de fer et le fait passer à l'état de silicate de peroxyde, qui est incolore. C'est pour cela que le peroxyde de manganèse était autrefois désigné dans l'industrie chimique sous le nom de *savon des verriers*.

La silice dont on fait usage à Saint-Gobain, est du sable de Fontainebleau, qu'on a soin de laver. Le carbonate de soude est obtenu dans l'usine de Chauny, par le procédé Leblanc, et le sulfate de soude par la réaction de l'acide sulfurique sur le sel marin. La chaux provient d'un calcaire bleuâtre, qu'on trouve aux environs de Namur, et dont la couleur est due à une matière organique que le feu détruit. On ajoute au mélange une certaine quantité de *groisil*, provenant des débris et des rognures de glaces, qu'on a eu soin de laver et de débarrasser de toute matière métallique qui pourrait colorer le verre.

La *halle* Saint-Gobain, c'est-à-dire l'atelier pour la fabrication du verre et le coulage des glaces, est un vaste hangar en charpente, de 70 mètres de long sur 25 de large, et dont le sol est sillonné de rails de chemin de fer destinés à faciliter la manœuvre. Trois fours sont disposés sur la ligne médiane: le premier est en voie de construction; le deuxième est construit et se sèche, prêt à remplacer le pre-

mier; le troisième est en pleine activité. Un four ne dure ordinairement que sept à huit mois.

Sur les parois latérales de la halle, sont disposés les *fours à recuire*, dans lesquels on introduit les glaces qui viennent d'être coulées et qui sont encore toutes brûlantes, pour les laisser refroidir avec lenteur. Ces fours nommés *carcaises* sont bas, cintrés et profonds de 14 mètres. Dix de ces fours s'ouvrent de chaque côté de la halle.

La forme des fours de fusion varie selon les usines. Autrefois, on les chauffait au bois, et la provision ainsi que l'aménagement du bois à brûler, étaient la grande affaire des glaceries. Aujourd'hui la houille a partout remplacé le bois.

Dans certaines usines, et notamment à Saint-Gobain, il existe quelques fours d'invention nouvelle, dus à M. Siemens et connus sous le nom de *fours à gaz et à chaleur régénérée*, qui permettent de réduire considérablement la consommation de la houille.

Nous exposerons seulement la théorie de ce four à gaz, que nous emprunterons au *Guide du verrier* de M. Bontemps.

« L'idée fondamentale de M. Siemens, dit M. Bontemps, a été de faire servir l'énorme quantité de chaleur perdue qui s'échappe par les cheminées, à chauffer l'air atmosphérique qui alimente la combustion, et à chauffer aussi les gaz qui viennent se brûler dans le four.

« Si, en effet, entre le fourneau où s'opère la combustion du gaz et la cheminée d'appel par laquelle s'échappent les produits de la combustion à une température égale à celle du fourneau lui-même, on interpose une sorte de chambre remplie de briques, superposées de manière à laisser des interstices entre elles, la partie de cette chambre voisine du foyer deviendra bientôt aussi chaude que le four lui-même, et la température ira en décroissant jusqu'à l'extrémité opposée, qui communiquera avec la cheminée d'appel. Si, à présent, au moyen d'une soupape, on intercepte la communication entre cette chambre et la cheminée d'appel, tout en ouvrant en même temps une autre soupape qui donne entrée à l'air extérieur, cet air extérieur, suivant une marche contraire, s'échauffera successivement à mesure qu'il se rapprochera de l'extrémité opposée, et il pénétrera dans le four presque aussi chaud que le four lui-même. Dans le même temps, on aura, par le moyen de deux autres soupapes d'une autre chambre semblable, fermé le passage de l'air extérieur arrivant par cette seconde chambre, et ouvert le passage par lequel les produits de la combustion se rendront dans la cheminée d'appel. Par ce jeu alternatif de soupapes, on maintient une alimentation d'air chaud dans le four, et on économise ainsi une grande quantité de combustible, tout en portant le four à une plus haute température. On comprend que l'appareil peut être disposé de telle sorte que la même soupape qui intercepte le passage des produits de la combustion à la cheminée d'appel, donne, par cette manœuvre de fermeture, l'accès à l'air atmosphérique, et réciproquement.

« Si, d'autre part, on soumet la houille ou autre combustible, dans un appareil séparé, à une température seulement suffisante pour volatiliser les gaz combustibles, sans toutefois les brûler, et que l'on fasse passer ces gaz par un appareil réticulaire, ainsi qu'on l'a fait pour l'air, de manière à s'échauffer à mesure qu'ils s'approchent du four de combustion, on arrive ainsi à opérer la combustion au moyen de gaz et d'air déjà presque aussi chauds que le four lui-même, et l'on conçoit dès lors et le degré de température et l'économie de combustible qui doivent résulter de cette combinaison. Il est entendu que les gaz, comme l'air, sont mis alternativement en correspondance avec deux chambres réticulaires. Ces chambres sont donc au nombre de quatre, dont deux conduisent les produits de la combustion dans la cheminée d'appel, les deux autres donnent accès, l'une à l'air chaud, l'autre aux gaz de combustion échauffés ; puis, par un jeu de soupapes, ces deux dernières, dont la température s'est abaissée, sont réchauffées de nouveau en servant de passage aux produits de la combustion vers la cheminée d'appel, tandis que les deux autres amènent à leur tour l'une l'air, l'autre les gaz.

« L'intensité de la température peut d'ailleurs être réglée au moyen des soupapes qui donnent accès à volonté à plus ou moins d'air atmosphérique, à plus ou moins de gaz. On peut aussi par intervalles, et si la température s'élevait trop, faire arriver directement soit l'air atmosphérique, soit les gaz dans le four, sans les faire chauffer par leur passage dans les *régénérateurs*.

« Le système de M. Siemens consiste donc surtout à éloigner du four la houille ou autres combustibles solides, et à alimenter la combustion dans ce four au moyen de gaz et d'air préalablement chauffés à une haute température. »

Le perfectionnement réalisé par M. Siemens consiste, comme on le voit, d'abord dans la séparation des creusets et du com-

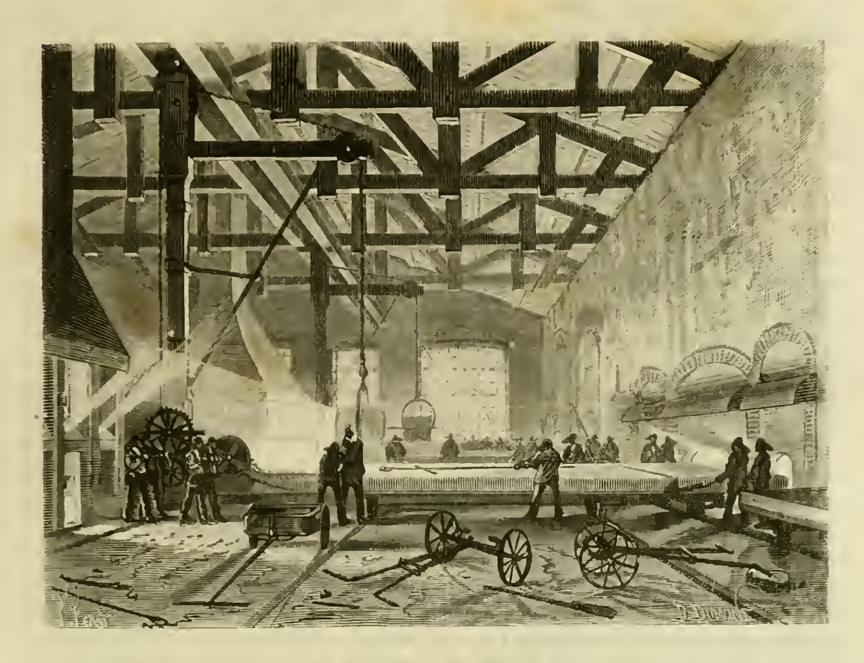


Fig. 50. — Opération du coulage d'une glace.

bustible, condition d'une grande importance pour la non-coloration du verre, ensuite dans l'économie résultant de ce que, pour un même poids de charbon brûlé, la quantité de chaleur développée est plus grande que dans les circonstances ordinaires.

Les creusets qui servent à fondre le verre à glaces, ont environ 80 centimètres de diamètre et autant de hauteur. Ils sont évasés à l'ouverture. Leur épaisseur est de 6 à 7 centimètres, excepté au fond, où elle est de 12. Le poids de verre fondu qu'ils peuvent contenir, est évalué à 700 kilogrammes. Une profonde rainure pratiquée dans la paroi extérieure du creuset, vers la moitié de sa hauteur, permet de le retirer du four en engageant dans cette rainure les bras d'une pince portée à l'extrémité d'une grue mobile.

Autrefois, à côté du creuset où les matières vitrifiables entraient en fusion, se trouvait, dans le même four, une *cuvette*. On puisait le verre dans le creuset au moyen d'une poche en cuivre, en écartant le *fiel*, c'est-à-dire les impuretés qui se réunissent à la surface, et on le versait dans la cuvette. Le verre de la cuvette servait à la coulée. Cette opération portait le nom de *tréjétage*. Aujourd'hui on a supprimé ce vase intermédiaire ; on enfourne, on fond et on affine le verre dans le même creuset.

Quand le verre est bien fondu et bien homogène, on se prépare à l'opération du *coulage*. On retire du four, au moyen de la pince circulaire, le creuset incandescent contenant le verre fondu, et on verse le produit liquide et rouge de feu, sur une table plane. Ensuite,

au moyen d'un énorme rouleau, on réduit cette masse pâteuse en une lame d'épaisseur régulière (fig. 50).

Nous devons nous arrêter sur cette belle opération qui mérite d'être décrite assez longuement, et surtout d'être vue.

Le coulage des glaces nécessite de la part des ouvriers une grande précision dans la manœuvre, une régularité et un ensemble extrêmes. Chacun d'eux a sa place marquée, son travail spécial, sa part de responsabilité dans la réussite de l'opération.

A un signal donné, chacun se prépare. Le creuset est saisi par la fourche de la pince qu'on introduit dans la rainure; il est enlevé du four, posé sur la plaque d'un chariot et embrassé à la ceinture par une seconde tenaille ronde. Cette tenaille, qui porte un long bras, est soulevée par les crochets d'une grue mobile sur des rails. Le creuset traverse, comme un globe de feu, une partie de la halle jusqu'à ce qu'il soit arrivé près de la table de coulée, composée d'une surface de fonte parfaitement plane, égale et bien dressée. Là, des ouvriers spéciaux écrèment la surface du verre, pour le débarrasser des impuretés ou scories. La table de fonte présente une surface plane, de 7 mètres de long sur 5 de large. Elle a été chauffée avant de recevoir le verre coulé. Pour déterminer les dimensions du verre en épaisseur, largeur et longueur, et pour opposer une limite à l'écartement de la matière pâteuse répandue sur la table, on y dispose des réglettes de fer. C'est sur ces réglettes que doit porter le rouleau de fonte qui est d'un poids très-considérable (300 à 450 kilogrammes), et qui est disposé à l'extrémité de la table opposée au four à recuire.

La table ayant été bien essuyée, deux ouvriers, sur un signal du maître verrier, font basculer les branches de la tenaille. Le creuset s'incline, le verre pâteux coule comme une rivière de feu sur la table, et la recouvre d'une sorte de lave brûlante. Des ouvriers veillent sur le flot de verre. Ils enlèvent adroitement, avec des grappins, les corps étrangers qu'ils aperçoivent surnageant le verre coulé. Immédiatement après, le rouleau passe sur le verre pâteux, et l'étale dans l'espace compris entre les tringles de fer. Arrivé à l'extrémité de la table, le rouleau est reçu sur un chevalet. On enlève alors les tringlettes et on casse les bavures. Le creuset vidé est reporté au four et l'on s'occupe de retirer du four un deuxième creuset pour une deuxième coulée.

Pendant ce temps, on a ajouté à la table une rallonge, qui la met en communication avec le four à recuire, ou *carcaise*. Des ouvriers forment, à l'extrémité de la glace, un bourrelet, appelé *tête*, contre lequel ils appliquent une barre transversale fixée à un long manche. A un commandement, les ouvriers poussent cette sorte de râteau ; ils font glisser la glace sur la table et le font entrer dans le four où elle va se *recuire*, c'est-à-dire se refroidir lentement.

Un intervalle de cinq minutes seulement sépare les coulées qui se succèdent jusqu'à ce qu'on ait vidé tous les creusets du four.

Rien n'égale la magie de ce spectacle. Rien n'est plus saisissant, au milieu de cette vaste et sombre halle, que la vue de ce creuset rougi qui brille comme une étoile de feu, et verse une rivière étincelante, puis de cette nappe lumineuse de matière fondue, qui s'aplanit sous le gigantesque rouleau de fer, en laissant jaillir de ses bords des stalactites, rouges d'abord et qui deviennent transparentes et limpides en se refroidissant. Ajoutez à cela les ouvriers attentifs, silencieux, recueillis, accomplissant avec calme, avec intelligence et rapidité, les opérations difficiles qui leur sont confiées, sous le commandement d'un chef écouté docilement, et vous aurez un des plus curieux tableaux que puisse réaliser l'industrie moderne, une des *merveilles de l'industrie* qui suffiraient à justifier le titre de notre ouvrage.

A mesure que la glace est coulée et figée,

elle passe immédiatement, avons-nous dit, dans le four à recuire ou carcaise. Lorsque toutes les glaces sont rangées dans les carcaises, on bouche toutes les ouvertures de ce four avec des plaques de tôle, et on le laisse refroidir lentement, en rouvrant successivement, une à une, toutes les ouvertures. Cette opération demande environ trois jours.

Après ce laps de temps on tire les glaces de la carcaise. On les amène sur une table en bois placée au devant, et on les équarrit au moyen d'un diamant. On porte ensuite ces glaces brutes au magasin, sur des chariots-pupitres placés sur un chemin de fer.

A ce moment de la fabrication, les glaces ne ressemblent guère à celles qui décorent nos appartements, ou qui forment le vitrage des riches magasins; car elles sont opaques. Pour les rendre transparentes il faut les *doucir,* les *polir.*

Après qu'on les a classées suivant leur degré de pureté, après qu'on les a réduites *à leur volume utile*, et enfin soumises à un examen scrupuleux qui décide si elles doivent être débitées ou travaillées dans leur intégrité, on procède au *dégrossissage des glaces.*

A cet effet, la glace est scellée horizontalement sur une table en pierre, et on la frotte avec du gros sable ou du grès pulvérisé, au moyen d'une molette garnie de bandes de fonte, qu'on nomme *fenasse.* Cette fenasse peut s'appliquer sur la glace, se mouvoir horizontalement à sa surface, avec un mouvement de va-et-vient demi-circulaire qui embrasse toutes les parties de la surface à frotter. La glace s'use, se dégrossit.

Lorsque tout le brut de sa surface a disparu par cette première opération, on procède au *doucissage* (fig. 51).

Cette seconde opération ressemble à la précédente; seulement on remplace la fenasse par une glace dégrossie, et, au lieu de sable ou de grès, on interpose entre les deux glaces de l'émeri de plus en plus fin. De cette manière, les deux glaces se doucissent en même temps. On répète l'opération sur les deux faces. S'il reste une imperfection, on la fait disparaître par un travail manuel, au moyen d'une petite glace, avec interposition d'eau et d'émeri fin. Cette dernière opération s'appelle le *savonnage.*

Après le savonnage, les glaces sont encore opaques. Cette opacité disparaît par le *polissage.*

Cette opération se fait au moyen de frottoirs en feutre, saupoudrés de colcothar (peroxyde de fer), montés sur des leviers qui leur impriment un mouvement de va-et-vient sur la surface de la glace. La glace est posée sur une table, qui est animée d'un mouvement lent, en sens inverse de celui des frottoirs.

La glace sort de cette opération transparente et polie.

Autrefois, toutes les glaces servaient uniquement à faire des miroirs. Mais, de nos jours, un débouché nouveau et immense leur a été ouvert. On se sert des glaces pour composer les vitrages de ces riches magasins qui étalent en montre leurs produits si variés.

Des glaces achetées dans les fabriques avec la pureté et l'éclat qui les distingue, les unes sont employées à l'état de *glace nue*, pour les riches vitrages des boutiques, et nous n'avons plus à nous en occuper dans cette Notice; les autres servent à fabriquer les miroirs, et il nous reste à décrire les opérations qui ont pour but de les transformer en miroirs.

CHAPITRE X

FABRICATION DES MIROIRS. — L'ÉTAMAGE. — PROCÉDÉ SUIVI DANS L'INDUSTRIE POUR APPLIQUER L'AMALGAME D'ÉTAIN SUR LES GLACES. — NOUVEAUX SYSTÈMES REMPLAÇANT L'ÉTAMAGE : L'ARGENTURE ET LE PLATINAGE.

La transformation d'une glace en miroir se fait en appliquant sur une de ses deux faces



Fig. 51. — Opération du doucissage des glaces

une mince lame d'un métal très-réfléchissant. Le métal qui remplit cet office, c'est le mercure.

L'*étamage* consiste donc à fixer sur une des faces de la glace une légère couche de mercure. Seulement, comme le mercure est liquide et ne pourrait être maintenu sur la glace, on le rend fixe et solide en l'unissant à un autre métal, à l'étain. De là résulte un *amalgame,* un amalgame d'étain, qu'on désigne vulgairement sous le nom de *tain.*

Voici comment on dépose le tain à la surface de la glace.

La *table à étamer* est formée d'une pierre calcaire (pierre de liais) bien aplanie, qui est entourée, sur trois côtés, d'une rigole destinée à faire écouler l'excès de mercure. Elle est disposée de façon à pouvoir être soulevée dans tous les sens, au moyen de vis verticales qui la supportent.

La pierre étant de niveau et bien essuyée, on y étale, sans plis, une feuille d'étain, de la grandeur de la glace à étamer. Sur cette feuille on verse avec des sébiles de bois une petite quantité de mercure. Au moyen de rouleaux de lisière de drap emmanchés à des bâtons d'un mètre et demi environ, on hâte et l'on favorise l'amalgamation.

Cette première aspersion de mercure lave, pour ainsi dire, la lame d'étain, et enlève de sa surface les impuretés qui la ternissent. On verse ensuite autant de mercure qu'il peut en tenir sur la feuille d'étain. Pendant ce temps, des ouvriers nettoient avec soin la surface de la glace, d'abord avec de la cendre, puis avec de la fécule chaude, qu'ils essuient avec des serviettes chauffées. La glace est ensuite poussée, avec les plus grandes précautions, tout près de la feuille d'étain, sans toutefois la toucher, à une distance d'un

millimètre au plus. Lorsqu'elle est ainsi posée, on recouvre la glace d'une flanelle ou d'un drap qu'on charge de forts poids en pierre ou en fer, afin que la pression expulse le mercure surabondant. Après 24 heures de pression, l'adhérence du tain au verre est opérée.

Les glaces *étamées* sont alors détachées de la table et transportées avec soin sur des pupitres inclinés, où elles s'égouttent. Des égouttoirs recueillent le mercure en excès qui s'écoule. Les pupitres sont relevés peu à peu, jusqu'à occuper la position verticale. Lorsque le tain est sec, on fixe la glace sur un parquet, puis on l'encadre.

Il n'est pas rare de voir des glaces encadrées se *détamer* et des globules de mercure couler derrière la glace. Cette altération provient d'un étamage auquel on n'a pas donné tous les soins désirables.

L'emploi du mercure dans l'opération de l'étamage constitue un danger permanent. Personne n'ignore les effets déplorables de ce métal sur la santé des ouvriers. Le mercure s'évapore dans les ateliers, et remplit l'atmosphère d'une vapeur éminemment délétère. Malgré la ventilation qu'on pratique dans la plupart des fabriques, il n'est pas rare qu'un ouvrier soit pris de coliques, de vertiges ; une salivation abondante l'épuise, sa mémoire s'émousse, ses membres sont agités d'un tremblement continuel. Il est en proie, en un mot, à la maladie connue sous le nom significatif d'*empoisonnement mercuriel.*

C'est en raison de l'extrême insalubrité de ce procédé que l'on a cherché, de nos jours, un autre moyen de douer les glaces de la propriété de réfléchir les objets. C'est dans ce but qu'un fabricant anglais, M. Drayton, a imaginé, vers 1850, de substituer l'argent au mercure.

Le *procédé Drayton* consiste à déposer à la surface de la glace, préalablement bien nettoyée, une dissolution étendue d'azotate d'argent, mélangée d'une certaine quantité d'alcool et d'une huile essentielle. Recouverte d'une mince couche de cette mixture, la glace est placée sur une table de fonte légèrement chauffée. L'action de l'hydrogène et du carbone, de l'alcool et de l'huile essentielle, réduit l'oxyde d'argent, et le métal se sépare de la liqueur avec un brillant extraordinaire ; de plus, l'argent ainsi précipité s'applique sur la surface du verre et y adhère avec force.

La réaction chimique sur laquelle est fondé le procédé Drayton avait été signalée par M. Liebig. On avait remarqué le degré tout particulier d'adhérence de la couche d'argent au verre dans les expériences de laboratoire, et, de là à l'application industrielle, il n'y avait qu'un pas. M. Drayton fit ce pas ; c'est pour cela que le procédé d'argenture des glaces porte le nom de *procédé Drayton.*

Le procédé Drayton ne donna pas, au début, des résultats assez satisfaisants pour en déterminer l'adoption et faire abandonner l'étamage des glaces au mercure. Il exigeait de grands perfectionnements. Ces perfectionnements furent réalisés, en 1857, par un fabricant français, M. Petitjean.

M. Petitjean a substitué à l'huile essentielle que l'on employait en Angleterre comme agent réducteur l'acide tartrique additionné d'ammoniaque. On obtient avec ce produit chimique une précipitation plus régulière de l'argent. Voici comment se fait l'opération.

A une dissolution d'azotate d'argent, on ajoute de l'ammoniaque et de l'acide tartrique en proportions convenables. Cette liqueur est versée, en une couche de quelques millimètres d'épaisseur, sur l'un des côtés de la glace, qui a été nettoyée avec le plus grand soin, et posée sur une table de fonte chauffée à 35 degrés par un courant de vapeur d'eau qui circule au-dessous. La réduction du sel d'argent commence au bout de 7 à 8 minutes, et, en moins d'un quart d'heure, le dépôt est entièrement formé. L'opération est répétée avec une autre liqueur contenant deux



Fig. 52. — Argenture d'une glace par le procédé Drayton.

fois plus d'acide tartrique. En un nouveau quart d'heure le dépôt est complet. Le métal est ensuite recouvert de deux couches de minium, pour le garantir de toute altération.

Afin de préserver plus complétement encore l'argent de l'action altérante de l'hydrogène sulfuré de l'air, M. Liebig a proposé de déposer par la galvanoplastie une couche de cuivre ou de nickel sur la couche d'argent. Cette utile addition au procédé d'argenture des glaces a donné d'excellents résultats.

L'exécution rapide, tel est le grand avantage du procédé d'argenture des glaces dû à M. Petitjean et exploité par MM. Brossette et Cie. Un avantage non moins grand du même système, c'est l'économie. Il suffit de 8 grammes d'argent de la valeur de 1 fr. 80 pour recouvrir un mètre carré de glace, ce qui est bien au-dessous de la dépense qu'entraîne l'amalgamation.

Enfin, comme nous l'avons déjà dit, ce procédé n'offre aucun danger, il ne met jamais en péril la santé des ouvriers, et c'est là la considération principale qui doit faire recommander cette industrie nouvelle.

Ajoutons que la surface réfléchissante obtenue par l'argenture ne le cède en rien pour le brillant aux glaces étamées. Les objets réfléchis ont peut-être une blancheur un peu pâle, mais cela tient à la teinte faiblement jaunâtre propre à l'argent. On peut corriger cette teinte en donnant au verre des glaces une teinte un peu azurée.

Un troisième procédé pour la fabrication des miroirs sans mercure a été inventé en 1864, par un fabricant français, par M. Dodé : c'est le *platinage*.

Les fabricants de porcelaine recouvrent certains vases d'une couche excessivement mince de platine, dont la couleur est intermédiaire entre le blanc d'argent et le gris

d'acier. Ce dépôt de platine s'obtient en appliquant sur le vernis de la poterie une liqueur composée d'une dissolution de chlorure de platine et d'essence de lavande. En portant la porcelaine recouverte de cette composition dans le four, la chaleur décompose le sel de platine, et le métal se dépose avec tout son éclat, présentant immédiatement un poli qu'on dirait provenir du brunissoir.

M. Dodé songea à déposer par un moyen analogue une couche de platine sur les glaces. Il réussit à *platiner* ainsi des glaces sur une de leurs faces.

Il lui vint alors à l'esprit un perfectionnement plus important encore : c'était de fixer la couche de platine en avant de la glace, sur sa face antérieure. En opérant ainsi, on pouvait employer des glaces polies d'un seul côté. On supprimait donc la moitié du travail du dressage, du doucissage et du savonnage. De plus, la couche de platine devant cacher les défauts du verre, la glace n'aurait pas besoin d'être d'une irréprochable pureté.

La mise en pratique de ce procédé, c'est-à-dire l'application de la lame de platine sur la surface antérieure des glaces, a donné tous les résultats avantageux que la théorie faisait pressentir, et permis de réduire sensiblement le prix des glaces, en dépit de la cherté du platine.

Nous allons donner quelques détails sur le *platinage* des glaces, destiné à remplacer l'*étamage*.

L'usine de Wailly-sur-Aisne, où s'est exploitée cette industrie nouvelle, fabrique son verre, qu'elle polit ensuite en un temps très-court, par une méthode perfectionnée, mais qui est tenue secrète.

La composition platinifère se prépare comme il suit :

On prend 100 grammes de platine laminé, que l'on dissout dans une eau régale formée de 400 grammes d'acide azotique pour 1000 grammes d'acide chlorhydrique pur. On chauffe la liqueur acide au bain de sable, et on l'évapore à sec, en évitant de décomposer le chlorure de platine formé. Ce chlorure de platine sec est étalé sur une surface de verre, et on y ajoute, par petites portions, de l'essence de lavande rectifiée. Une réaction a lieu aussitôt, par laquelle le chlorure de platine est réduit à l'état de sous-chlorure.

Lorsqu'on a versé environ 1,400 grammes d'essence de lavande, on relève le mélange avec une spatule de platine, on le met dans une capsule de porcelaine, et on le laisse reposer pendant huit jours. On décante alors et l'on filtre. Après 6 jours, on décante de nouveau le liquide filtré, qui doit marquer 5° au pèse-acide. On ajoute alors à ce mélange le *fondant*.

Pour 100 grammes de platine on emploie, comme fondant, 25 grammes de litharge, 25 grammes de borate de plomb, que l'on broie jusqu'à porphyrisation complète, avec 8 ou 10 grammes d'essence de lavande. On mélange, en remuant, ce fondant avec la liqueur platinifère et on applique avec un pinceau cette composition sur la glace.

La couche qu'on dépose ainsi sur les glaces sèche lentement sans aucune coulure. On doit éviter, dans cette opération, toute poussière et toute humidité.

Les glaces recouvertes de cette couche sèche sont ensuite placées dans le moufle d'un fourneau à porcelaine. On les dispose parallèlement et dans une position verticale. Par l'action d'une cuisson régulière, que l'on règle au moyen de registres ou de portes en tôle s'ouvrant sur les faces antérieure et postérieure, le sel de platine se décompose, et le métal se dépose à l'état brillant sur le verre.

Nous avons dit que ces glaces platinées sont moins chères que les glaces étamées ; voici des chiffres à l'appui de ce fait. Une glace de 1 mètre carré absorbe environ 183 grammes de mercure, et 550 grammes d'étain, représentant environ une valeur totale de 4fr,40, tandis que 1 mètre carré de glace platinée n'absorbe que 1fr,20 de platine. Il en résulte qu'à l'usine de Wailly-sur-Aisne,

le mètre superficiel de glace platinée vaut en moyenne 25 francs, ce qui est la moitié environ du prix du mètre superficiel des glaces au mercure. Avec 1 fr. de platine, on peut métalliser un mètre carré de glace.

Le transport des glaces platinées ne demande pas les minutieuses précautions de celui des glaces ordinaires. Enfin le platine permet d'obtenir très-facilement des miroirs courbes de tout rayon, ce qui ne peut être fait avec le mercure (1).

On voit, en résumé, que les nouveaux systèmes de fabrication des miroirs présentent des avantages de divers genres. Ils réunissent à l'économie la condition de la salubrité pour l'ouvrier. Il est donc à désirer que l'argenture et le platinage remplacent, dans un avenir prochain, l'insalubre et coûteux système de l'étamage au mercure.

CHAPITRE XI

LA VERRERIE DE BOHÊME.

La verrerie de Bohême, qui, au siècle dernier et au commencement du nôtre, eut un grand succès parmi les amateurs, dut sa réputation à la pureté des matières premières employées dans sa fabrication, ainsi qu'à la *taille* que les verriers allemands faisaient subir aux objets qu'ils fabriquaient. Elle remplaça la verrerie de Venise, sous le rapport de la renommée. De nos jours cependant cette renommée est bien déchue, et les fabriques françaises n'ont eu aucune peine à créer, avec le cristal, des imitations du verre de Bohême bien supérieures au modèle. Le bon marché des verreries de Bohême, voilà, à vrai dire, leur seul titre de recommandation, et ce bon marché s'explique par les conditions du pays dans lequel s'opère sa fabrication.

(1) Nous avons extrait ces détails sur les glaces platinées d'un long article publié en 1868 par M. Jouglet, dans le *Moniteur scientifique* de M. Quesneville.

Les verreries de la Bohême sont perdues au milieu des vastes forêts qui sont si nombreuses dans cette partie de l'Allemagne. Les arbres sont le combustible de l'usine. Lorsque la fabrication du verre a dévoré tous les sapins qui l'entouraient dans un certain rayon, l'usine se déplace, et va s'installer dans une autre partie de la forêt, d'où elle partira lorsque le bois nécessaire à l'entretien des fourneaux aura cessé d'être à portée.

En Bohême, les verreries se créent donc uniquement pour utiliser les bois des forêts. Le stère de bois de sapin ne vaut que 1^{fr},50 dans ce pays, tandis qu'il coûte chez nous près de 10 francs à proximité des lieux de production.

L'instabilité des verreries de la Bohême ne permet pas d'apporter de grands soins à leur construction. Presque tous les bâtiments sont en bois. Seules, les usines qui sont certaines d'un approvisionnement indéfini sont construites en pierre.

L'aspect des verreries de Bohême est donc toujours misérable, l'élégance des objets qu'elles livrent au commerce contraste singulièrement avec la pauvreté de l'usine qui les fournit. Une verrerie se compose ordinairement de deux fours elliptiques, dont l'un est en activité, et l'autre en réparation. A ces fours sont adossées des *arches* destinées à la recuisson des objets. Ces mêmes arches servent à calciner la pierre à chaux et à sécher le bois.

La figure 53 représente un de ces fours. Il porte, au haut de sa partie rectangulaire, une étuve (A) pour sécher le bois. B, est le four à recuire chauffé par la flamme perdue, et C le four de fusion. Il contient huit creusets reposant sur un siége elliptique en terre réfractaire. Les axes de l'ellipse du four ont ordinairement 2 mètres et 1^{m},50. La voûte du four est construite d'une seule pièce, en argile damée.

La forme des creusets est celle d'un tronc de cône. Leurs dimensions sont ordinairement les suivantes : diamètre supérieur,

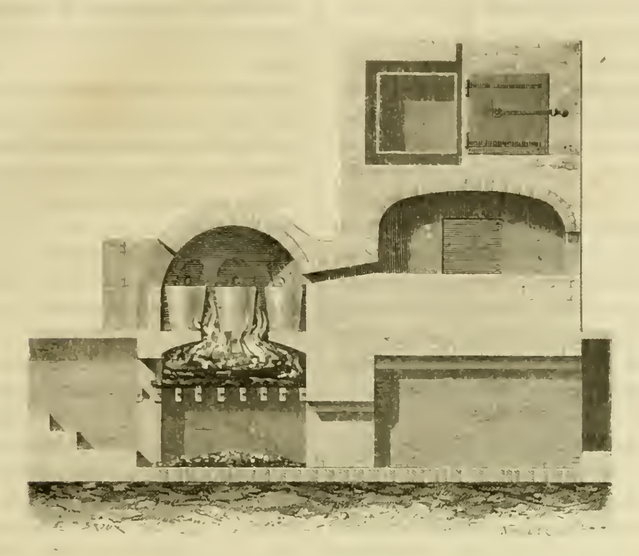


Fig. 53. — Coupe du four à verrerie de Bohême.

0m,40; diamètre inférieur, 0m,35; profondeur, 0m,45; épaisseur à l'ouverture, 0m,03; épaisseur au fond, 0m,04. Ils reçoivent 55 à 70 kilogrammes de mélange artificiel qui ne fournissent pas plus de 50 kilogr. de verre façonné. La fusion dure 18 heures, après lesquelles commence le travail du verre qui dure de 14 à 15 heures. La production de chaque four en verre façonné et par semaine ne s'élève qu'à 2,000 kilogrammes, c'est-à-dire, la dix-huitième partie à peu près de la production d'un four français pendant le même temps.

D'après les analyses de M. Péligot, trois échantillons de verres blancs de Bohême ont offert les compositions suivantes :

	1	2	3
Silice	77	76	75
Potasse	14	16	13
Chaux	8	7	9
Alumine et oxyde de fer	1	1	3
	100	100	100

ce qui, en supposant que les matières premières soient pures, donnerait pour les proportions du mélange dont on charge les creusets :

Quartz pulvérisé	100 parties.
Chaux éteinte	13 à 15 —
Carbonate de potasse	28 à 32 —

M. Péligot fait remarquer que la composition de ce mélange se rapproche beaucoup du suivant, qui lui a été communiqué dans une verrerie située aux environs de Gratzen, en Bohême :

Quartz pulvérisé	100 parties.
Chaux éteinte	17 —
Carbonate de potasse	32 —
Oxyde de manganèse	1 —
Arsenic blanc	3 —
Groisil du poids de la composition (1).	tiers au moins

Comme on le voit par ces analyses, les verriers de Bohême font usage de carbonate de potasse au lieu de carbonate de soude. La potasse, substituée à la soude, donne en effet

(1) Péligot, *Douze Leçons sur l'art de la verrerie*, p. 102.

au verre une grande pureté. La forte proportion de silice qu'il contient lui communique une très-grande dureté, et diminue de beaucoup sa fusibilité. Aussi les verres de Bohême se prêtent-ils, mieux que tous les autres, à recevoir des décorations au feu de moufle. Comme le fait remarquer M. Péligot, les verres allemands résistent bien mieux à l'action du feu que les verres français. Les chimistes français qui se plaignent que les tubes de verre qui servent aux analyses organiques, résistent mal à l'action de la haute température qu'on est obligé de leur faire subir, auraient donc avantage à faire fabriquer ces tubes avec le verre de Bohême.

La silice employée en Bohême pour la fabrication du verre est très-pure. Elle provient d'un quartz hyalin qui est roulé par les torrents, ou de fragments que l'on rencontre mêlés à la terre végétale. La variété de quartz dit *enfumé* est celle qui donne la silice la plus pure. Pour concasser cette pierre dure, on la soumet à l'action de la chaleur dans des fours spéciaux ou dans les arches qui sont chauffées par la chaleur perdue des fours de fusion. Lorsqu'elle a atteint la température rouge-cerise, on la retire du four et on la projette dans l'eau froide et courante. Cette opération, qu'on appelle *étonner* le quartz, a pour but de le rendre friable et de faciliter sa pulvérisation. Le quartz *étonné* et refroidi est trié, et l'on reporte au four les gros morceaux qui n'ont pas été suffisamment étonnés. Le reste est concassé en petits fragments, dont on sépare les parties parfaitement blanches pour la fabrication des verres fins. Les morceaux qui contiennent la moindre particule d'oxyde métallique, sont mis de côté; on se sert de leur poudre pour user et façonner le verre.

Le quartz, étonné et trié, est réduit en poudre dans des mortiers de bois, avec des pilons en quartz, pour éviter d'introduire dans le mélange des parcelles de métal qui communiqueraient au verre une coloration.

Abordons maintenant la description du travail du verre dans les verreries de la Bohême.

Le mérite des ouvriers de ce pays consiste dans l'économie avec laquelle ils travaillent le verre. Dans aucune usine de France, d'Angleterre ou de Belgique, on ne voit une perte si faible provenant des déchets de la fabrication.

Chaque atelier ne se compose que d'un souffleur et de son aide. Rien de plus simple que l'outillage de cet atelier. Voici en quoi il consiste :

Plusieurs cannes, plus légères que celles qu'on emploie en France ; — quelques-unes de ces tiges de fer pleines qu'on désigne dans les verreries françaises sous le nom de *pontils ;* — un baquet plein d'eau surmonté d'une sorte de fourche pour y reposer la canne ; — une auge destinée à contenir les débris de verre ; — une table de marbre pour *parer* le verre ; — une palette de bois à surface concave qui sert à façonner les objets ; — des ciseaux, pour couper les bords des pièces façonnées ; — des pinces, des compas, des moules en bois, en métal ou en terre.

Les moules de bois sont propres aux ouvriers de la Bohême. Ils en font usage, de préférence aux moules de fer, qui ont l'inconvénient de rayer le verre. Un moule de bois s'use, il est vrai, beaucoup plus vite, mais on a bientôt fait de le remplacer. Quand les verriers bohémiens se servent de moules en terre, ils ont soin de les saupoudrer intérieurement de résine. La combustion que fait éprouver à cette résine le verre incandescent, produit une couche de charbon et une atmosphère de gaz qui neutralisent l'effet des aspérités intérieures du moule.

Voyons maintenant le verrier bohémien à l'œuvre. Suivons, par exemple, la fabrication d'une chope à bière. Nous y trouverons la preuve de ce que nous disions plus haut sur l'économie du travail chez le verrier bohémien.

Après avoir cueilli au bout de sa canne une certaine quantité de verre dans le creuset, l'ouvrier le *pare* sur la plaque de marbre, puis il le souffle en une boule, qu'il arrondit avec sa palette. Après cela, il l'étire de façon à lui donner la forme d'une poire, et il l'introduit dans un moule en bois, dont il lui fait prendre exactement la forme en soufflant fortement dans sa canne, et en lui imprimant un mouvement de rotation entre ses mains.

Au sortir du moule, la pièce présente la forme C (fig. 54). L'ouvrier en détache sa canne en touchant avec un fer mouillé l'extrémité de cet outil.

Il s'agit maintenant de couper la bouteille qu'on a ainsi obtenue à une distance du fond plus ou moins grande, suivant la hauteur que l'on veut donner à la chope. Cette coupure se fait de la façon suivante. Sur une barre de fer rougie, D, contournée en demi-cercle à son extrémité, l'ouvrier tourne la pièce suivant une circonférence entière; puis, touchant, avec son doigt mouillé, l'un des points chauffés, il provoque en ce point la formation d'une fente, qui se continue circulairement.

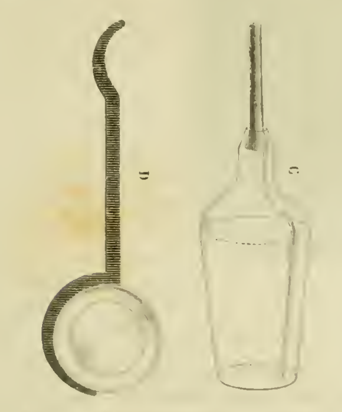


Fig. 54. — Manière de faire une chope de verre de Bohême.

La chope formée de cette manière est portée au four à recuire

Dans les petites usines, le recuit des objets a lieu d'une façon toute primitive. On place dans des pots cylindriques en argile, de 15 centimètres d'épaisseur, de 40 centimètres de diamètre et de 50 centimètres de profondeur, les pièces façonnées par le verrier. Ces pots sont poussés dans l'arche du four de fusion. Au bout de quelques heures, on les retire de ce réduit chaud, et on les laisse refroidir dans un coin de l'usine, après les avoir recouverts d'un couvercle qui retarde un peu le refroidissement.

En cet état, les chopes présentent un bord inégal et coupant, qu'on fait disparaître à la meule. Les bords des chopes complétement terminées sont à arête vive, et dès lors, moins solides que les bords arrondis au feu, comme on les obtient dans les verreries françaises. Cela tient à ce que les verriers allemands ne veulent pas se servir du *pontil.* Pour réchauffer le col de la chope, il faudrait souder au fond un *pontil* portant à son extrémité un bouton de verre pâteux; puis, user à la meule ce verre qui forme au fond de la chope une arête tranchante qui y demeure lorsque le pontil en a été détaché. Les ouvriers bohémiens suppriment cette partie du travail; mais c'est, on le voit, aux dépens de la bonne qualité du produit.

« La manière de travailler des Bohêmes économise tellement la matière vitreuse, dit M. Péligot, que le déchet ne représente que le quart du verre fondu, tandis que, dans les cristalleries où l'on fabrique de la gobeletterie fine, il peut atteindre jusqu'à la moitié de la contenance du pot. »

Ces déchets, comme nous l'avons vu, portent le nom de *groisil*, et sont destinés, en plus ou moins grande quantité, à être ajoutés au mélange qui sert à la fabrication du verre.

L'industrie verrière existe en Autriche, mais elle y est peu importante. La Bohême compte à elle seule plus de 160 établissements, dont 70 sont destinés à tailler les ob-



Fig. 55. — Verre de Bohême.

jets de verre façonnés dans les autres. Ces raffineries sont particulièrement nombreuses aux environs de Nayda.

La taille du verre s'exécute dans de petites usines, ou plutôt dans des baraques, établies sur les bords de petits cours d'eau, dont on utilise la chute, au moyen de roues à aubes d'une extrême simplicité. La dorure, la gravure et la peinture forment aussi des industries séparées.

La décoration du verre qui a lieu dans ces usines, est surtout ce qui fait le caractère particulier et le mérite du verre de Bohême. Elle consiste dans la taille du verre, qui multiplie les facettes, dans la gravure, qui imprime ou sculpte des sujets délicatement travaillés, dans la dorure, l'argenture et la peinture au feu.

Les verreries de Bohême font aussi du verre coloré et du verre à deux couches de différentes couleurs. Elles envoient ces objets bruts aux tailleries, où on leur donne, en les travaillant, un très-grand prix. En usant à la meule et en certains endroits la partie extérieure des verres à deux couches, dits *verres doublés*, l'ouvrier produit des dessins variés

se détachant sur un fond coloré, qui sont le cachet spécial des verreries de Bohême.

Nous ne nous étendrons pas ici sur la taille, la gravure et la décoration des verres de Bohême, car, en parlant de la taille du cristal, on apprendra à connaître les procédés usités tant en Bohême qu'en France.

Depuis 1820, on fabrique en Bohême une variété de verre, de couleur noire, très-dur et d'un grand éclat, qui peut remplacer la porcelaine dans la plupart de ses applications. Ce verre est désigné sous le nom de *hyalite*. Sa couleur noire s'obtient en ajoutant dans le creuset de la poudre d'os, des scories de forge et du poussier de charbon, le tout bien pulvérisé. Les théières, les cafetières, les tasses à café, etc., en un mot, tous les objets que l'on fabrique avec cette variété de verre, produisent un bel effet lorsqu'ils sont rehaussés par des filets ou des dessins dorés.

Les *verres colorés* constituent une branche importante de la verrerie de Bohême. Une partie de ces verres de couleur servent à l'imitation des pierres précieuses.

Les formes des objets de toute sorte que fabriquent les verreries de Bohême, sont encore celles des premiers temps de cette industrie. Les verreries sont, dans le détail, beaucoup moins soignées que les nôtres ; mais leur brillant, leur riche aspect, leur originalité et surtout leur bon marché, font passer les consommateurs sur leurs défauts. Ces défauts consistent surtout dans la mise en vente d'objets défectueux et dans le bouchage imparfait des flacons, qui est opéré en Allemagne avec une négligence qu'on ne tolérerait pas en France.

Outre ses milliers de petites usines, la Bohême possède trois grandes fabriques de verre, dont les produits ont figuré à toutes les expositions : celles du comte de Harrach à Neuwelt, de Meyrs à Adolphshütte et d'Ilegenbarth à Meistersdorf.

L'industrie de la verrerie en Bohême, favorisée par des conditions privilégiées, par la prodigieuse abondance du combustible et par le bas prix de la main-d'œuvre, est tout à fait populaire dans ce pays, qu'elle préserve en partie de la misère.

Pour faire concurrence à la Bohême, la France fabrique, avec le cristal, et vend à l'étranger des verreries colorées, taillées, gravées, décorées, qui sont bien plus riches et plus pures que celles de l'Allemagne. L'opinion de M. Godard, administrateur de Baccarat, est que, si nos frontières étaient ouvertes aux produits de la Bohême, il en entrerait sans doute des quantités considérables, mais que le goût de la verrerie de Bohême s'éteindrait en peu d'années, et qu'on rendrait à la verrerie française la préférence qu'elle mérite.

CHAPITRE XII

LE CRISTAL HISTORIQUE. — DE SA DÉCOUVERTE. — LE CRISTAL INVENTÉ EN ANGLETERRE. — LE CRISTAL FABRIQUÉ EN FRANCE. — PRINCIPALES USINES FRANÇAISES : BACCARAT, SAINT-LOUIS, CLICHY, ETC. — USINES ÉTRANGÈRES.

Les anciens verriers appelaient *cristal* le verre blanc préparé avec le plus grand soin. Cette désignation provenait de ce que l'on considérait le cristal de roche comme le verre par excellence, comme le type des plus beaux produits de la verrerie. Le cristal de roche (que nous avons déjà représenté page 32, figure 15) est, en effet, de la silice pure. Il a toutes les apparences du verre, il lui est même supérieur par sa dureté, sa transparence et sa résistance à l'action de l'eau. Il fond par la chaleur, comme le verre, et quand il est ramolli par la chaleur, il se moule et se pétrit avec une ductilité incomparable. Le plus beau verre connu est tendre, cireux et coloré si on le compare au cristal de roche fondu. C'est à cause de cela que les anciens verriers se proposaient comme modèle à atteindre le cristal de roche qui existe dans la nature.

Le nom de *cristal* ne s'applique aujourd'hui

qu'à une seule espèce de verre : celui qui renferme du silicate de plomb, et qui doit à ce silicate de plomb un brillant, un éclat, une pureté, une transparence, qui n'existent pas dans le verre ordinaire. En effet, le silicate de plomb préparé avec du sesquioxyde de plomb (minium) et de la silice pure, est une matière très-fusible qui, refroidie, est transparente, et réfracte la lumière avec une puissance extraordinaire.

Le cristal a été préparé, pour la première fois, en Angleterre, vers la fin du XVII[e] siècle (1).

Nous nous arrêterons un instant sur les circonstances qui amenèrent la découverte du cristal.

Le verre avait toujours été fabriqué avec du bois, comme combustible lorsque, en 1635, on commença, dans certaines verreries anglaises, à fondre le verre avec de la houille. On se servait d'abord de creusets découverts ; mais on ne tarda pas à les surmonter d'un dôme et le creuset présenta la forme de celui que nous avons représenté dans les premières pages de cette Notice (fig. 17, page 35). On s'était aperçu, en effet, que les vapeurs provenant de la houille coloraient le verre, et lui donnaient une teinte brune. On évita cette altération en couvrant le creuset. Mais avec cette forme des creusets, le verre fondu était moins chaud, de sorte qu'il fallait augmenter la quantité de combustible. Pour user moins de houille on força la dose du *fondant*, c'est-à-dire du carbonate de soude. Mais on obtenait ainsi du verre de moindre qualité et qui était toujours coloré. C'est alorsque vint l'idée d'employer, au lieu d'un fondant alcalin, le *minium* (oxyde de plomb) qui rend infiniment plus fusible le mélange vitrifiable.

Le verre obtenu avec l'oxyde de plomb était parfait. Il était d'un blanc pur, d'un éclat magnifique, et il réfractait la lumière avec une puissance égale à celle du diamant. Bientôt il remplaça, en Angleterre, le verre blanc pour tous les usages de la gobeleterie. Vers 1750, lorsque le célèbre opticien Dollond faisait ses expériences sur l'achromatisme, le *flint-glass* à base de plomb était d'un usage courant pour le service des tables.

Depuis cette époque, le cristal est la seule matière employée dans toute l'Angleterre pour les divers usages de la gobeletterie. Il y a trente ans seulement que le verre proprement dit a commencé d'être connu chez nos voisins, et il n'y est pas encore aujourd'hui en grande faveur. Le cristal est toujours, chez eux, la matière nationale, pour ainsi dire.

La découverte du cristal fut donc la conséquence de l'usage de la houille dans les verreries. Comme ce combustible était sans usage en France et que les verriers ne chauffaient leurs fours qu'au bois, on continua à faire, jusque vers la fin du XVIII[e] siècle, du verre à base de soude. Ce n'est qu'en 1784 qu'un verrier nommé Lambert, monta en France, à Saint-Cloud, le premier four à cristal d'après les procédés anglais, c'est-à-dire en chauffant à la houille le four chargé de creusets couverts.

Peu d'années après, la cristallerie de Saint-Cloud fut transportée à Montcenis, près d'Autun, où la houille était à meilleur marché. Cette dernière manufacture, qu'on appelait *Verrerie de la Reine*, cessa de travailler en 1827.

La plus importante usine de cristallerie de l'Europe se trouve en France : c'est celle de Baccarat, située dans le département de la Meurthe, non loin de Lunéville.

(1) Disons néanmoins qu'un miroir du poids de 15 kilogrammes, que l'on conserve aujourd'hui dans le trésor de la cathédrale de Saint-Denis, et qui fut analysé en 1787 par Fougeroux de Bondaroy, contient près de la moitié de son poids d'oxyde de plomb.

On a appelé ce miroir, *miroir de Virgile*. Sa date assurément n'est pas aussi ancienne, mais il remonte certainement à une époque antérieure au XVII[e] siècle. Cette pièce, si sa date était bien authentique, prouverait que le procédé de fabrication du cristal avait été connu autrefois et s'était perdu pendant une longue suite d'années, après lesquelles il aurait été réinventé en Angleterre. Mais il faudrait autre chose qu'un échantillon unique de miroiterie pour établir un fait historique de cette importance.

La Lorraine fut de bonne heure un centre considérable de fabrication du verre. Les grandes forêts de ce pays étaient utilisées, sous les ducs de Lorraine, pour la fabrication du verre, comme le sont aujourd'hui celles de la Bohême. Dès le XVIe siècle, la verrerie était la branche la plus productive de l'industrie dans le duché de Lorraine.

L'usine de Baccarat fut créée en 1765, sous le nom de *Verrerie de Sainte-Anne*, par un évêque de Metz, M. de Montmorency-Laval. Les lettres patentes du duc de Lorraine accordaient à l'évêque de Metz l'autorisation de consacrer à la fabrication du verre les immenses forêts de la châtellenie de Baccarat. Un avocat au Parlement, Antoine Renault, conseiller du Roi et receveur des bois et domaines à Nancy qui était, en même temps un artiste distingué, fut copropriétaire de l'usine et directeur. Il conserva cette situation jusqu'à sa mort, en 1806.

La verrerie de Baccarat devint promptement un établissement de premier ordre ; elle formait, en 1789, une municipalité distincte.

En 1816, Baccarat fut acheté par un verrier belge, d'Artigues, propriétaire de la cristallerie de Vonèche près Givet (Belgique). Une compagnie française l'acheta en 1822, sous la gérance de M. Godard. Aujourd'hui M. Godard fils est le directeur de cette vaste usine.

A Baccarat, le cristal se fabrique toujours au bois.

Quinze cents ouvriers, hommes et femmes, travaillent dans l'enceinte de la cristallerie; trois cents autres, bûcherons, voituriers, etc., travaillent à l'extérieur.

L'usine produit pour plus de 4 millions de francs de cristaux par an.

C'est à Paris qu'existe la comptabilité et que se fait l'expédition des marchandises, et surtout de ces admirable lustres, dont l'éclat, la richesse, l'élégance et le goût sont devenus proverbiaux dans le monde industriel.

Nous donnons ici quelques spécimens des plus récentes et des plus remarquables créations de la cristallerie de Baccarat (fig. 56, 57, 62, 64, etc.)

L'usine de Saint-Louis, rivale de Baccarat, a droit à une mention spéciale, comme ayant eu le double mérite, d'abord d'inaugurer en France la fabrication du cristal, ensuite d'avoir créé le chauffage des fourneaux à la houille même à creusets ouverts.

La cristallerie de Saint-Louis, la plus ancienne des cristalleries de France, est située dans la Lorraine allemande, au pied de Bitche. Elle faisait partie du département de la Moselle, avant les tristes événements qui ont enlevé à la France les belles et patriotiques provinces de l'Alsace et de la Lorraine allemande.

Fondée en 1767, par M. Delassale, sur l'ancien emplacement des verreries de Münsthal, elle portait alors le nom de *Verrerie royale de Saint-Louis*. Elle se borna d'abord à la production du verre à vitres et de la gobeletterie commune, car à cette époque le cristal ne se fabriquait qu'en Angleterre.

M. Delassale, propriétaire de la verrerie royale de Saint-Louis, et M. de Beaufort, alors son directeur, étudièrent la fabrication du cristal par les procédés anglais. Leurs essais furent couronnés de succès car, dès 1781, le cristal était fabriqué à Saint-Louis, comme le constate un rapport fait à l'Académie des sciences, par Maquer et Fougeroux de Bondaroy, le 23 janvier 1782.

C'est donc à la cristallerie de Saint-Louis que revient l'honneur d'avoir importé en France la fabrication du cristal, pour lequel elle était jusque-là tributaire de l'Angleterre.

La cristallerie de Saint-Louis est après celle de Baccarat, la plus importante de l'Europe.

Aujourd'hui elle livre annuellement, tant pour la consommation intérieure de la France que pour l'exportation, pour 3,500,000 francs de cristaux blancs, unis, moulés, colo-

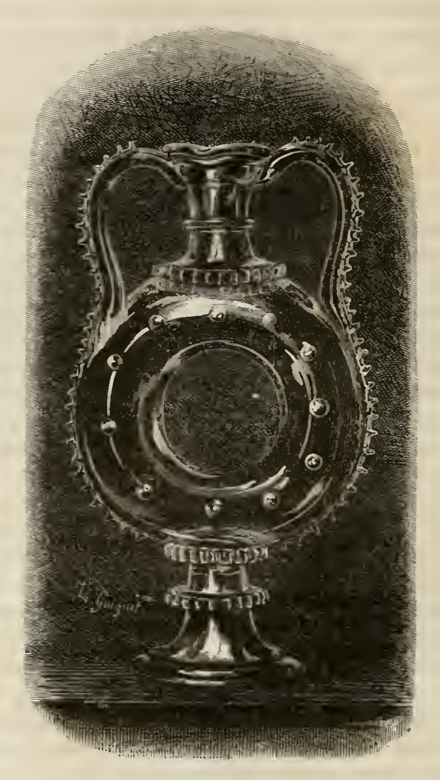


Fig. 56. — Broc à couronne de Baccarat

rés, taillés, décorés, gravés, etc., Sur ces 3,500,000 francs de produits les neuf vingtièmes environ vont à l'exportation, les onze vingtièmes sont vendus sur le marché français.

La compagnie de Saint-Louis emploie de 1,650 à 1,700 ouvriers.

Elle possède en outre, à Paris, des ateliers de peinture, de décor et de monture en bronze doré, qui emploient environ 150 à 200 ouvriers.

Cet établissement, à différentes époques, a fait faire de nombreux progrès à la fabrication des cristaux, soit en perfectionnant les procédés, soit en introduisant dans le commerce de la cristallerie des couleurs nouvelles.

Le *verre marbré* imitant la malachite, est dans ce cas, ainsi que le rubis sur le cristal à la façon du rubis bohême qui est fait sur verre.

L'usine de Saint-Louis a, la première, fabriqué le verre appelé *luftglass* (1) imité des anciens verres de Venise et le *flechtglass* (2),

(1) Ce nom lui vient de ce que la masse transparente enferrme des fils d'émail qui se croisent de manière à former des losanges régulièrement distribués, et dans chacun desquels se trouve emprisonnée une bulle d'air.

(2) Verres filigranés présentant à la surface des objets de petites cannelures transversales, à travers lesquelles la réfraction produit les effets les plus heureux.



Fig. 57. — Lustre en cristal, de l'usine de Baccarat.

les verres marbrés blancs et de couleurs, les verres filés et les imitations de fruits.

Ces deux derniers produits n'ont pu encore être imités par aucune verrerie.

En 1866, M. Didierjean étant administrateur, la compagnie de Saint-Louis a résolu le problème difficile de la fabrication du cristal à la houille et à creuset découvert. La houille est transformée en gaz dans des appareils spéciaux. La fusion des matières et le travail du cristal se font exactement comme dans les anciens fours au bois, et cela sans avoir à craindre l'action des gaz de la houille sur le cristal.

L'usine de Saint-Louis a donc eu le mérite d'affranchir totalement de l'emploi du bois, comme combustible, l'industrie du cristal, et c'est encore aujourd'hui la seule cristallerie qui ait pu obtenir ce résultat.

A l'Exposition universelle de 1867, la compagnie de Saint-Louis présenta un certain nombre de pièces d'un travail exceptionnel, en cristal blanc et en cristaux de couleurs : de grands lustres, des candélabres, des vases et des coupes gravées et montées sur bois sculpté ou bronze doré. Nous offrons à nos lecteurs quelques spécimens de ces remarquables dessins pris sur les modèles types récompensés par le jury de l'Exposition.

La cristallerie de M. Maës à Clichy, celles de Pantin, de Bercy, de Lyon, disputent aux deux usines de Baccarat et de Saint-Louis, le marché intérieur de la France.

La cristallerie de Clichy doit être mentionnée ici d'une manière plus particulière, comme ayant eu l'initiative de la fabrication d'une variété nouvelle de cristal. Nous voulons parler du cristal à base d'oxyde de zinc.

C'est à M. Clémandot, directeur de la cristallerie de Clichy, qu'est dû le cristal à base d'oxyde de zinc. Les premiers produits de ce genre figurèrent à l'Exposition de Londres en 1851. Ils étaient appliqués exclusivement aux verres d'optique.

Après l'apparition des produits de M. Clémandot, les cristalleries de Baccarat et de Saint-Louis ont fait, chacune de son côté, des essais de production industrielle du cristal à base d'oxyde de zinc.

Toutefois le cristal à base d'oxyde de zinc n'a pas pris pied dans le commerce. Le seul usage, auquel il soit consacré aujourd'hui, c'est la fabrication de quelques verres pour l'optique. Le *crown glass* à base de zinc est remarquable par sa blancheur, par sa pureté et par les qualités optiques que l'on recherche dans cette nature de verre.

Le cristal à base d'oxyde de zinc est extrêmement dur à fondre. Sa fusion industrielle dans les fours de verrerie ne peut même être obtenue qu'en ajoutant au mélange de l'acide borique, qui est un fondant très-énergique.

En raison de la propriété de l'oxyde de zinc, de donner un grand éclat au cristal, M. Didierjean, administrateur de la cristallerie de Saint-Louis, a essayé, à plusieurs reprises, d'ajouter à la composition du cristal un mélange d'oxyde de plomb (minium) et d'oxyde de zinc. Mais le silicate triple de potasse, de plomb et de zinc a toujours un reflet jaunâtre tout spécial qui est la conséquence de l'association de ces deux métaux au moment de la fusion. M. Didierjean a fabriqué quelques échantillons de cristal à base de zinc, qui ont figuré à l'Exposition de 1867.

Dans son *Rapport à l'Exposition universelle* de Londres de 1862, Pelouze évaluait comme il suit la production de la cristallerie française :

Baccarat...............	4,000,000 de francs.
Saint-Louis.............	2,400,000
Clichy..................	800,000
Lyon.............	400,000
Monot, à Pantin.... ...	500,000
Bercy et plusieurs établissements situés autour de Paris..................	900,0 0
	9,000,000 de francs.



Fig. 58. — Coupe en cristal blanc, de l'usine de Saint-Louis.

L'exportation des cristaux français à l'étranger était, à la même époque, de 2,000,000 de francs, c'est-à-dire de 20 p. 100 de la production.

L'Angleterre fabrique beaucoup plus de cristaux que la France, le cristal étant la matière usuelle dans ce pays. Pelouze estime qu'en 1862, il existait dans le Royaume-uni environ soixante fabriques importantes, qui livraient au commerce au moins 28 millions de francs de cristaux. Il existe en outre, dans plusieurs villes manufacturières, comme Londres, Manchester, Birmingham, Newcastle, Hourdbidge, de petits industriels (*cribbs*) qui achètent aux fabricants de produits chimiques le mélange tout préparé pour fabriquer le cristal, et qui allument, de temps en temps, un four, où ils fabriquent le cristal. D'autre part, il y a à Londres beaucoup de maisons qui se contentent de travailler le cristal qu'elles ont acheté brut aux fabricants. Leur seul objets est de tailler et de décorer les cristaux bruts.

En réunissant le chiffre des produits de ces industries réunies on arrive à évaluer à 40 millions, c'est-à-dire à plus de quatre fois la production de la France, la quantité de cristaux qui sont fabriqués en Angleterre. Ce chiffre de 40 millions est le même auquel était arrivé M. Godard, directeur de l'usine de Baccarat, dans l'enquête qu'il fit exécuter en Angleterre pour évaluer la production de ce pays.

Ainsi, tandis qu'en France, l'industrie de la cristallerie est renfermée dans un petit nombre d'usines, toutes d'une grande importance, en Angleterre, cette industrie est ré-



ig. 59. — Vase en cristal, de l'usine de Saint-Louis.



Fig.— 60, Vase en cristal, de l'usine de Saint-Louis.

Fig. 61. — Candélabre en cristal, de l'usine de Saint-Louis.

partie dans un grand nombre de fabriques, et, par suite de la division du travail, certaines usines sont consacrées exclusivement à la préparation de la matière brute, et d'autres à la mise en œuvre de cette matière brute.

En Belgique, l'industrie de la cristallerie est organisée comme elle l'est en France. Un petit nombre d'usines importantes monopolisent la fabrication.

Le produit total des cristalleries belges peut être évalué actuellement à 4 millions de francs. La fabrique du Val Saint-Lambert entre à elle seule pour 2 millions dans cette production. Les autres établissements sont au nombre de 4 ou 5, dont deux à Namur. Presque tout le cristal belge est exporté.

Les fabricants de cristal en Belgique se préoccupent plus de livrer à bon marché que d'exécuter des produits soignés. Leurs cristaux sont bien inférieurs, sous tous les rapports, à ceux de la France et de l'Angleterre. L'abondance et le prix de la houille en Belgique expliquent que l'on puisse fabriquer en ce pays à des prix bien inférieurs à ceux des nations voisines. On reproche aux cristaux belges une coloration anormale et une exécution défectueuse.

L'Allemagne s'est jusqu'ici renfermée dans la fabrication du verre dit de Bohême, c'est-à-dire à base de potasse et de chaux. Aucune usine allemande ne produit de cristal.

CHAPITRE XIII

PROPRIÉTÉS DU CRISTAL. — SA COMPOSITION. — PROCÉDÉS POUR SA FABRICATION. — CONFECTION DES VASES ET DIFFÉRENTS OBJETS EN CRISTAL.

Arrivons aux propriétés du cristal, et montrons combien ses propriétés physiques l'emportent sur celles du verre à base de soude.

Le cristal est plus fusible que le verre, et quand il est ramolli par la chaleur, il présente une pâte tendre et malléable, tandis que la pâte du verre fondu est aigre et rigide. Il se refroidit moins vite, et par conséquent, il se laisse modeler plus longtemps, et couper plus facilement. Enfin la pâte du cristal obéit mieux à l'ouvrier, qui peut lui faire prendre les formes voulues bien plus aisément qu'à toute autre espèce de verre.

A froid, le cristal se ciselle, se taille, se polit, bien mieux que le verre à base de soude. Il rend un son argentin, qui suffit à le distinguer du verre.

Mais sa propriété la plus précieuse, celle qui est la base de son emploi dans toutes les branches de l'optique, et dans beaucoup d'usages économiques et industriels, c'est la puissance avec laquelle il réfracte et décompose les rayons lumineux. C'est ce qui fait que l'on emploie le cristal, non-seulement pour les instruments d'optique, mais aussi pour la fabrication des pendeloques de lustres, et pour l'imitation des pierres précieuses.

Le cristal anglais et le cristal français offrent à peu près les mêmes qualités. Peut-être le premier est-il quelquefois plus blanc et plus limpide que le second. Mais où la cristallerie française l'emporte infiniment sur la cristallerie anglaise, c'est dans la forme des objets fabriqués. C'est ici que se révèle le caractère particulier à l'art de ces deux nations. Autant la cristallerie anglaise est sévère et lourde dans ses formes, autant la cristallerie française est gracieuse, svelte, délicate et d'une élégance incomparable. Nos ouvriers, on pourrait dire nos artistes, de Baccarat et de Saint-Louis, produisent des chefs-d'œuvre de goût. Rien n'égale leur habileté à combiner les dispositions des facettes des pendeloques qui sont destinées à faire jouer la lumière et ses radieux effets dans des masses de cristal adroitement assemblées.

Les divers spécimens que nous présentons ici (figures 57 et suivantes) des chefs-d'œuvre des cristalleries de Baccarat et de Saint-Louis, suffiront pour donner une idée des merveil-



Fig. 62. — Candélabre en cristal, de l'usine de Baccarat



Fig. 63. — Surtout en cristal, de l'usine de Baccarat.

leuses créations que l'industrie française réalise dans la cristallerie de luxe.

Le cristal est, avons-nous dit, un verre qui contient du silicate de plomb. Les mélanges employés pour sa fabrication varient peu d'une cristallerie à l'autre. Suivant M. Bontemps, ce mélange est à peu près le suivant :

1 partie de carbonate de potasse,
2 — de minium,
3 — de silice.

On ajoute ordinairement une petite quantité d'oxyde de manganèse, pour blanchir le cristal. Quelquefois aussi on remplace une partie du carbonate de potasse par de l'azotate de potasse ou nitre. Enfin, on ajoute presque toujours à la composition une certaine quantité de *groisil.*

Le cristal étant le plus pur, le plus transparent de tous les verres, on conçoit qu'on doive n'employer dans sa fabrication que des matières premières de la plus grande pureté. A Baccarat, au lieu d'acheter le minium aux fabricants de produits chimiques, on le prépare dans l'établissement, en oxydant du plomb, qu'on fait venir d'Espagne pour l'avoir plus pur. On sait que, par l'oxydation, le plomb se transforme d'abord en protoxyde, ou *massicot*, qui se présente sous la forme d'une poudre jaune, puis en sesquioxyde, ou *minium*, d'une couleur rouge caractéristique.

On a vu, par la composition du mélange vitrifiable que nous avons citée plus haut, que pour la préparation du cristal, comme pour celle du verre de Bohême, la potasse est employée de préférence à la soude. Mais cette préférence qui, en Bohême, est favorable aux intérêts du maître-verrier, en même temps qu'à la qualité du verre, ne présenterait pas en France ce double avantage, car dans notre pays, la soude est à meilleur marché que la potasse. Ce n'est donc que par nécessité absolue que l'on renonce à faire usage de soude dans une cristallerie.

La potasse dont on fait usage dans les cristalleries, doit être exempte de toute impureté : il faut la raffiner. Cette opération s'exécute en calcinant la potasse brute, qui provient soit des cendres de l'usine, soit des résidus des raffineries du Nord, pour détruire les matières organiques qu'elle contient, et dont l'action réductive sur les sels métalliques, aurait pour effet de colorer le cristal. La potasse calcinée est ensuite dissoute dans l'eau et l'on évapore la dissolution.

La silice employée à Baccarat est tirée des sables d'Epernay, en Champagne. Ces sables sont lavés avec grand soin avant d'être mis au creuset.

Dans les autres cristalleries on emploie les sables de Fontainebleau ou de Nemours.

On fait usage des potasses d'Amérique, de Toscane ou des potasses indigènes provenant de la culture des betteraves. La potasse extraite des eaux de la mer par les procédés de M. Balard trouve de larges débouchés dans les cristalleries.

Voici maintenant comment le cristal se prépare avec ces divers ingrédients.

Le mélange du sable et de la potasse, du minium et du groisil est effectué à la pelle, et introduit dans les creusets, qui sont faits à Baccarat, avec une terre argileuse, provenant de Forges-les-Eaux.

Pour fabriquer ces creusets, on mélange l'argile crue à de l'argile cuite provenant des débris de vieux creusets, puis *marchée* à pieds d'homme, après avoir été mise quelque temps au repos dans des caves. La terre *marchée* et foulée est bonne pour la confection des creusets. On laisse les creusets, une fois moulés, sécher pendant plusieurs mois. On emploie en un mot pour la préparation des creusets destinés à la fabrication du cristal, toutes les précautions que nous avons assez longuement décrites en parlant des creusets destinés à la fabrication du verre.

Huit à dix creusets restent en permanence dans chaque four.

Dans les établissements comme Baccarat,



Fig. 4. — Coupe en cristal, de l'usine de Saint-Louis.

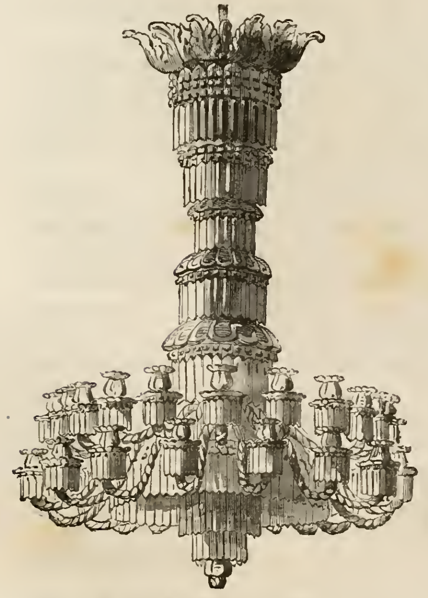


Fig. 65. — Lustre en cristal, de l'usine de Saint-Louis.

où, malgré l'emploi, si commun aujourd'hui, de la houille, on persiste à brûler de bois, les creusets n'ont point la forme de cornue que nous avons déjà indiquée. Ils sont ouverts, comme ceux des verreries ordinaires. Mais dans les usines belges et anglaises, le

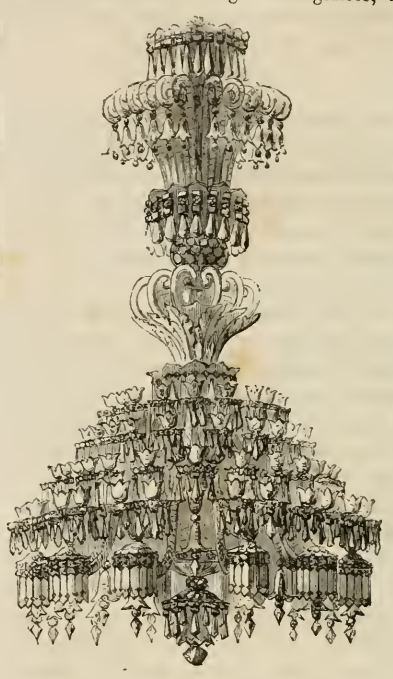


Fig. 66. — Lustre en cristal, de l'usine de Saint-Louis

creuset est toujours muni d'un petit col recourbé, destiné à préserver la matière fondue du contact direct des gaz et des vapeurs qui se dégagent du charbon.

Cette disposition est essentielle, car les vapeurs hydrogénées qui émanent de la houille décomposée par la chaleur, s'introduisant dans le creuset, y réduiraient l'oxyde de plomb, et en sépareraient le métal, ce qui occasionnerait la perte de toute la matière.

A Baccarat, la fonte dure environ huit heures; elle se fait pendant la nuit; le jour est consacré au travail du cristal.

Pendant la fusion, les fours sont chauffés avec le meilleur bois. Le remplissage des creusets se fait en trois fois, pour ne pas trop les refroidir. Lorsque la fonte est opérée, on laisse écouler deux heures avant le travail. Pendant ce temps on alimente le feu avec des bûches de qualité inférieure, qui ont pour objet de maintenir le four à une température à peu près constante, c'est-à-dire à la température où le cristal a acquis la consistance pâteuse qui permet de le travailler.

Parlons maintenant des fours à cristal alimentés par la houille, qui sont en usage en France, à l'usine de Saint-Louis, et dans presque toutes les cristalleries de l'Angleterre et de la Belgique.

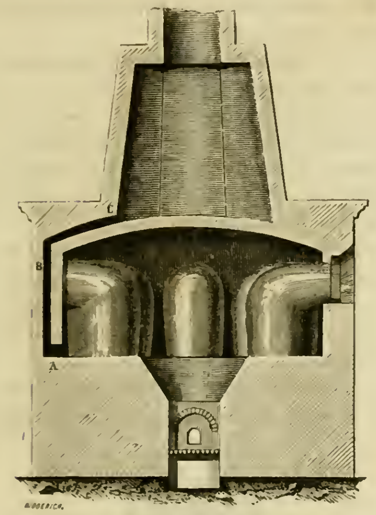


Fig. 67. — Coupe d'un fourneau à cristal.

Ces fours (fig. 67) ressemblent beaucoup aux fours à verre ordinaire; les creusets seuls diffèrent. Ils présentent la forme de cornues à col très-court, que nous avons plusieurs fois signalée, et que nous représentons exactement dans la figure 68.

Comme pour le verre, le cristal fondu dans le creuset doit être surnagé par un disque, ou anneau flottant formé de terre de creuset (fig. 69), et qui sert à ramener sur les bords les impuretés de la matière fondue. L'ouvrier puise le verre au milieu de cet anneau. Ajoutons que le creuset à dôme n'offrant qu'une légère section pour son ouverture, il faut que ce flotteur soit introduit plié en deux. Une charnière, ou plutôt une articulation ménagée dans cet anneau permet de l'introduire plié en deux parties, et occupant ainsi moitié moins de volume.

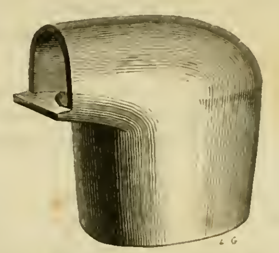


Fig. 68. — Creuset du four à cristal.

L'intérieur d'un creuset à dôme ne conserve sa haute température qu'autant que son ouverture est fermée le plus possible. On couvre donc cette ouverture d'une pâte d'argile, en ménageant seulement une ouverture, qui permet d'y puiser la matière fondue.

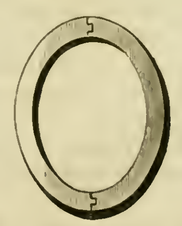


Fig. 69. — Flotteur de creuset à cristal.

Il y a toujours à proximité du four de fusion, un four annexe contenant les *ouvreaux*, destinés à réchauffer les pièces pendant le cours des opérations.

Abordons maintenant le travail du cristal.

Le cristal est la variété de verre qui reçoit

les formes les plus diverses, et dont le travail exige le plus d'outils.

Les principaux de ces outils sont les *cannes*, les *pontils*, la *cordeline*, les *fers*, les *ciseaux*, les *pincettes*, la *palette* et le *compas*.

Les *cannes* pour le cristal, ont généralement de 1m,30 à 1m,80 de longueur. La partie qui doit plonger dans le verre, est d'un diamètre plus grand que le reste.

Les *pontils* sont des baguettes pleines en fer, de même longueur que les cannes, et qui sont renflées à leur extrémité, comme les cannes.

La *cordeline* est un petit pontil.

Le cristallier travaille presque toujours sur un *banc*, auquel sont adaptées deux barres de bois parallèles, garnies d'une bande de fer, et s'inclinant un peu en avant. C'est sur ces barres, ou *bardeiles*, que le verrier roule sa canne, lorsqu'elle porte à son extrémité la pièce à façonner. Cette pièce, par le vif mouvement de rotation qui lui est imprimé, prend une forme régulière et symétrique, qu'on ne pourrait lui donner autrement qu'en la soufflant dans un moule.

Sur un des côtés du banc sont accrochés les différents outils que le verrier doit avoir toujours sous la main, à savoir les ciseaux, compas, fers, pincettes, etc.

Les *fers* ne sont autre chose qu'une sorte de pince. Un ressort qui forme la tête du fer tient les branches écartées l'une de l'autre. L'ouvrier l'emploie pour exercer une pression. Il manie cet outil en le prenant par le milieu des branches; l'extrémité des branches lui sert à trancher le verre par une pression anguleuse.

Les *fers à pince* que nous venons de décrire servent à commencer le travail d'un objet. Pour achever ce travail, pour arrondir une forme, pour façonner le bord d'un vase, on fait usage d'un autre fer dont les extrémités sont formées de lames de bois qu'on peut changer à volonté lorsque le verre incandescent les a par trop brûlées. Afin de les conserver plus longtemps, l'ouvrier les trempe très-souvent dans l'eau.

Les *ciseaux* servent à couper les bords des verres, des gobelets et autres pièces évasées. Ces bords sont réchauffés et façonnés au fer à bois.

Les *pincettes* servent à saisir les pièces de verre; avec leur aide le verrier façonne l'anse d'un vase, et aplatit les têtes de bouchons.

La *palette*, qui est en fer, sert à produire des parties planes sur un objet. C'est un gamin qui la tient généralement contre la pièce à façonner, pendant que l'ouvrier se sert de ses fers. Lorsque la palette est en bois, elle prend le nom de *planchette*. On s'en sert plus souvent que de la palette parce qu'elle ne raye pas le verre.

Les *compas* ont des formes variables ainsi que le montre le dessin.

Les *profils de bois* sont de petites planchettes présentant le profil de la pièce à façonner. L'ouvrier les approche de temps en temps de l'objet qu'il travaille, pour s'assurer qu'il ne dépasse pas les mesures.

La *fusée* est un cône de bois allongé, emmanché à une tige de fer. Elle sert, soit à arrondir et agrandir les ouvertures, soit à façonner des anneaux qu'on modèle sur sa surface.

Les *moules* (fig. 70) sont de toutes formes et de toutes grandeurs. On y souffle les objets

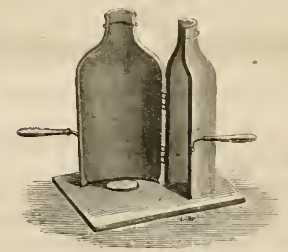


Fig. 70. — Moule d'un flacon de cristal.

les plus variés. Comme pour le verre, les moules à cristal sont en bois, en terre réfractaire et même en métal

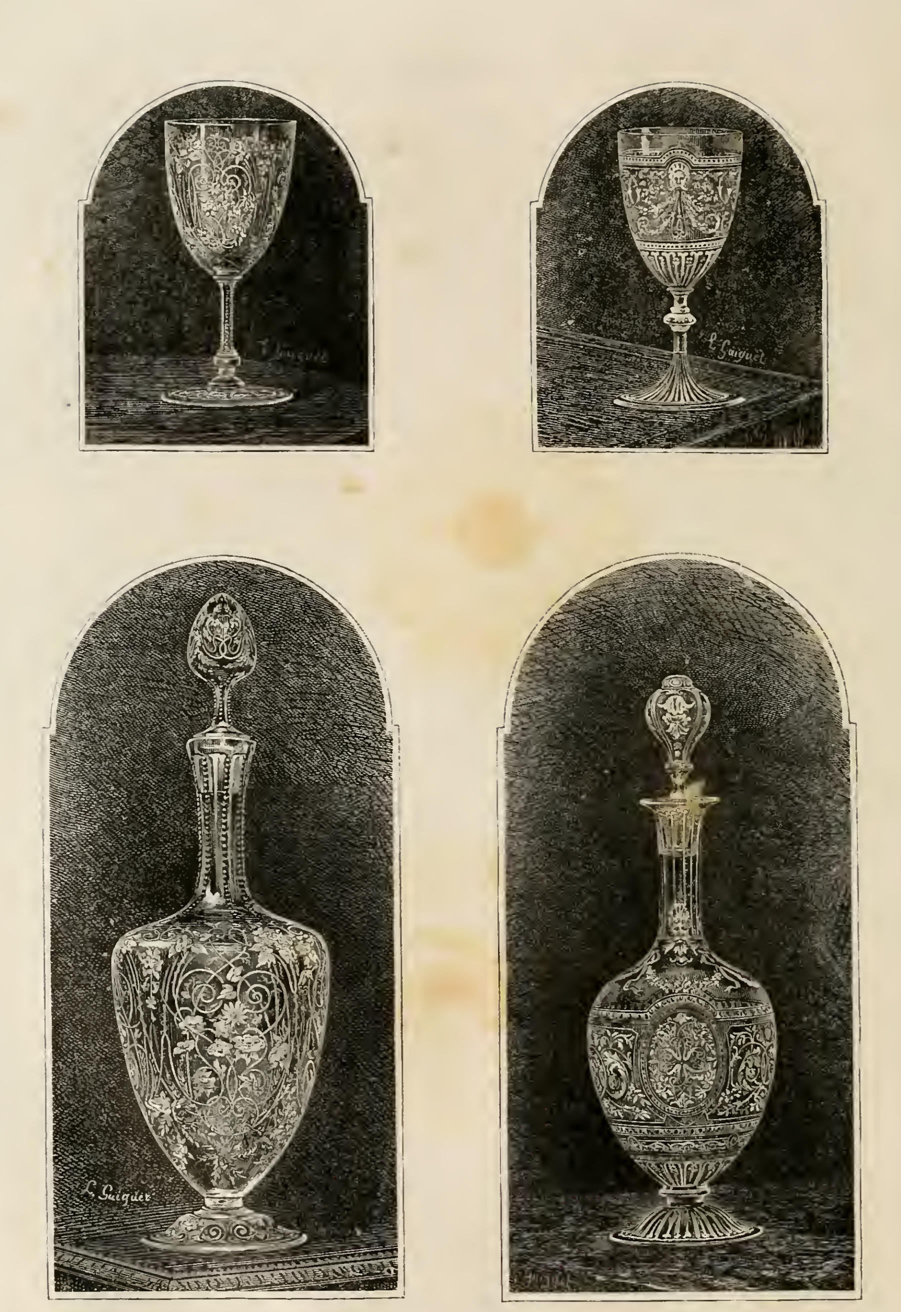


Fig. 71 à 74. — Carafes et verres en cristal, de l'usine de Baccarat.

Les *blocs* sont des pièces de bois présentant une cavité dans laquelle l'ouvrier donne au verre la forme d'une boule ou d'une poire plus ou moins allongée.

Le *marbre* est une plaque de fonte bien plane et bien polie, sur laquelle le verrier roule la *paraison* de cristal, quand il l'a cueillie. L'ouvrier doit en avoir plusieurs sous la main.

Tels sont les outils de l'ouvrier qui façonne des objets en cristal. C'est avec leur aide qu'il exécute les pièces les plus diverses et les plus délicates. Voyons-le maintenant à l'œuvre, modeler comme une pâte le cristal ramolli par le feu ; l'étirer, l'allonger, produire ici une moulure, là un cordon, l'arrondir, lui donner toutes les formes qu'il désire, et qui varient de mille manières. Examinons, par exemple, comment se façonne un gobelet ou verre sans pied.

L'ouvrier *souffleur* cueille le cristal, le promène sur le *marbre*, et le souffle peu à peu, en tenant sa canne tantôt horizontale, tantôt verticale, la paraison en l'air. Ensuite il retourne sa canne, souffle de nouveau, en frappant le fond légèrement sur un *marbre* placé à terre. Il s'assied ensuite sur son banc, fait rouler sa canne, et détermine une gorge

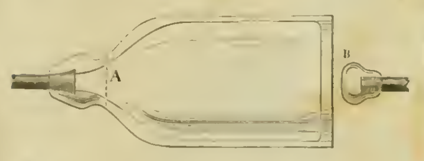
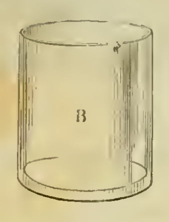


Fig. 75. — Fabrication d'un verre sans pied : formation du cylindre.

en A (fig. 75), vers le nez de la canne, pendant que le *gamin*, appuyant une palette sur l'extrémité de la *paraison*, forme le fond du verre. Après ce travail, le cristal n'est plus assez chaud pour continuer à être manié. Le *gamin* prend alors un *pontil* B, garni à son extrémité d'un bouton de verre pâteux, qu'il applique au centre du fond. L'objet tient lors tout à la fois à la canne et au pontil. Le souffleur en détache la canne, en mouillant légèrement sa pincette et en l'appliquant sur la gorge qu'il a déterminée en A. Un coup sec donné sur le verre produit une rupture, et l'objet inachevé, attaché au pontil, est porté à l'ouvreau, pour le ramollir.

Lorsqu'il est suffisamment réchauffé, le souffleur retire le *pontil* portant le verre; il s'assied sur son banc, y pose son pontil, et le faisant lentement tourner de la main gauche, il coupe, de la main droite, le verre



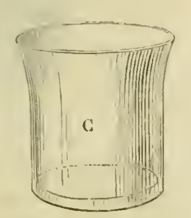


Fig. 76, 77.
Fabrication d'un verre sans pied : modelage du cylindre.

à une hauteur convenable (fig. 76), qu'il a d'abord mesurée au compas. Il réchauffe une seconde fois, revient sur son banc, et, au moyen de ses fers à lames de bois, il façonne le bord, l'arrondit, le polit, et ouvre le gobelet de manière à donner au cylindre une forme évasée (fig. 77).

Le gobelet terminé, le gamin prend le pontil, et par un petit choc donné sur le centre de celui-ci, il en détache le gobelet qu'il porte ensuite au four de recuisson.

Quand ils ont été recuits, les gobelets sont portés à la taillerie, où l'on fait disparaître, en l'usant à la meule, la petite base de verre, qui reste adhérente au fond après qu'on en a retiré le pontil.

Après la fabrication d'un gobelet, suivons celle d'un verre à pied. Elle est plus difficile et demande beaucoup d'adresse.

Le *souffleur* cueille le cristal et le façonne en coupe, en tournant sa canne sur son banc. Il donne, à l'aide de ses fers à lame de bois,



Fig. 78. — Pose de la matière du pied du verre.

une forme ovoïde convenable et régulière à la partie qui formera le fond de la coupe. L'objet présente alors la forme de la figure 79.



Fig. 79. — Première forme du verre à pied.

Le *gamin* va réchauffer le cristal à l'ouvreau, et le rapporte au souffleur quand il est ramolli; puis il cueille dans le creuset, au bout d'une cordeline, une petite masse de verre, destinée à façonner le pied du verre. A cet effet, le souffleur renverse sa canne, pour tenir en l'air la coupe, et le gamin dépose le verre sur le fond de celle-ci. Le souffleur en tranche, avec ses ciseaux, la quantité nécessaire, puis (fig. 78), reposant sa canne sur son banc, il forme avec ses fers, les moulures de cette partie du verre.

Pour faire le pied, le *gamin*, venons-nous de dire, a apporté, au bout de sa cordeline, une nouvelle masse de cristal, que le *souffleur* a attachée à la coupe. Pendant ce temps, le gamin appuie avec une planchette de bois sur le verre qu'il vient de déposer, afin de l'élargir pour former le pied, auquel l'ouvrier donne ensuite une forme régulière, au moyen de ses fers. Le verre présente alors la forme de la figure 80.

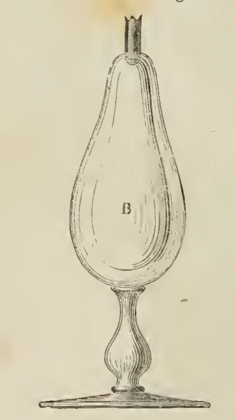


Fig. 80. — Deuxième forme du verre à pied.

Le gamin soude un *pontil* au centre du pied puis il détache la coupe de la canne, en passant un fer mouillé vers l'extrémité de la coupe. Par cette cassure régulière, il obtient une pièce présentant la forme de la figure 81.

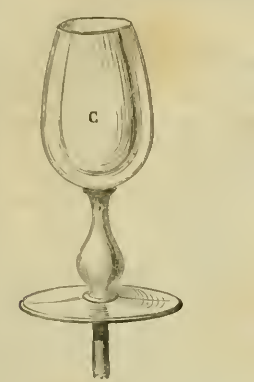


Fig. 81. — Troisième forme du verre à pied.

Cette pièce est portée à l'ouvreau ; puis le pied est rogné par l'ouvrier avec des ciseaux, à la hauteur convenable, mesurée avec le compas (fig. 82). Puis, avec les lames de bois de ses fers, il évase un peu l'ouverture.

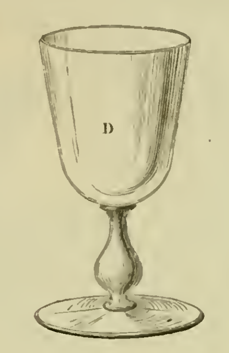


Fig. 83. — Verre à pied terminé.

Le verre est terminé (fig. 83) et ne tient plus au pontil que par le pied. On l'en détache par un coup sec, et on le porte au four à recuire.



Fig. 82. — L'ouvrier rogne, avec des ciseaux, la base du verre à pied.

Nous trouvons dans le *Guide du verrier* de M. Bontemps, la description d'un perfectionnement qui consiste à ne pas *empontiller* les pièces. Grâce à ce moyen, on perd moins de verre et moins de temps, puisque les pieds des verres n'ont pas besoin d'être usés à la meule du tailleur.

Le pontil dont on fait usage a une de ses extrémités composée de deux disques en fer, qu'un ressort caché dans la tige du pontil tient rapprochés. En tirant le ressort, le *gamin* éloigne les disques, et introduit entre eux le pied du verre, qui se trouve maintenu par l'effort du ressort. Le reste du travail est identique à ce que nous avons décrit dans les pages précédentes.

Des verres, passons aux carafes.

L'ouvrier ne peut, d'une seule fois, cueillir au bout de sa canne une quantité de verre assez grande pour fabriquer la carafe. Il fait alors ce qu'on appelle une *poste;* c'est-à-dire, qu'après avoir cueilli d'abord autant de verre qu'il peut, il le roule sur le marbre, le souffle et obtient une *poste.* Il trempe cette poste dans le creuset, le verre s'y attache, et il la retire quand il a une quantité de matière suffisante pour souffler la carafe. Il passe le verre sur le marbre, le souffle, le laisse pendre verticalement pour allonger le col, porte l'objet à l'ouvreau, le retire, forme le fond comme pour le gobelet, soude au centre du fond une tige de fer, détache la canne au moyen d'un fer mouillé, réchauffe l'ouverture à l'ouvreau, façonne cette ouverture en tournant sa canne sur les *bardelles*, relève les bords, les polit, et la carafe est faite.

A Baccarat, et dans plusieurs cristalleries, on souffle la carafe dans un moule en bois.



Fig. 84. — Fabrication d'une carafe. Le verrier assis sur son banc.

Nous avons décrit, en parlant de la fabrication des bouteilles, la manière dont l'ouvrier *souffleur*, aidé du *gamin*, procède pour souffler les bouteilles. Il suffit de se reporter à cette figure pour comprendre la manière dont on souffle une carafe dans le moule de bois.

Pour terminer la carafe, qu'elle ait été préparée par le soufflage dans un moule ou par le simple travail de la canne et des outils, il faut que l'ouvrier, assis sur son banc, achève de donner à l'objet de cristal, toujours ramolli par la chaleur, sa forme définitive.

Nous représentons ici (fig. 84) l'ouvrier assis sur son banc et donnant avec sa pince de bois et ses fers, la forme dernière que la carafe doit conserver.

La carafe est alors terminée, et il n'y a plus qu'à la porter dans le four à recuire.

Les deux exemples que nous avons choisis, suffiront à faire comprendre comment on opère pour fabriquer les objets en cristal de différentes formes. C'est toujours à l'aide des outils que nous avons décrits, et par des manœuvres analogues à celles que nous venons de faire connaître, que l'ouvrier *souffleur*, assisté du *gamin*, crée les mille et un objets qui sont du ressort de l'industrie du cristal.

CHAPITRE XIV

TAILLE DU VERRE ET DU CRISTAL. — GRAVURE DU VERRE ET DU CRISTAL. — GRAVURE DU VERRE ET DU CRISTAL A LA MEULE. — GRAVURE A L'ACIDE FLUORHYDRIQUE. — MÉTHODE DE M. KESSLER POUR LA GRAVURE DU VERRE PAR L'IMPRESSION ET PAR L'ACIDE FLUORHYDRIQUE.

Les pièces de verre et de cristal ne sont pas terminées quand elles sortent de l'atelier du verrier; elles doivent, pour être achevées, passer par l'atelier de la taille.

Les pièces de verre commun ont peu de travail à recevoir des mains de l'ouvrier tailleur. Souvent tout se borne à faire disparaître les arêtes tranchantes qu'elle conservent, en les passant sur une meule de grès. Mais



Fig. 85. — Taille du cristal.

pour le cristal, il y a tout un travail qui succède à la confection des pièces soufflées ou moulées : nous voulons parler de la *taille* de la pièce, qui est souvent plus importante que la fabrication première de l'objet. Les carafes, les verres, les différents vases, se font d'abord par le soufflage ou le moulage, et la taille doit les terminer, en y produisant les facettes à plat, les creux, les saillies, les moulures, etc. Pour les cristaux et pendeloques de lustre destinés à réfracter fortement la lumière, la taille est l'opération la plus importante.

La taille est, d'ailleurs, la pierre de touche du beau cristal. On reconnaît sa pureté et ses qualités à l'éclat plus ou moins vif qu'il prend sous la roue du tailleur. Par la taille le cristal devient plus brillant et plus limpide ; au contraire, le verre qui, à chaud, est aigre et dur, et qui ne réfracte pas la lumière, ne supporterait pas la taille. Les facettes que l'ouvrier ménage sur les contours d'une lame de cristal, brisent les rayons lumineux, les décomposent et renvoient aux yeux charmés les couleurs irisées de l'arc-en-ciel.

Comment se fait la taille du cristal? A l'aide de burins circulaires, c'est-à-dire de roues, dont la matière et la dureté varient selon le travail à accomplir.

Des roues d'acier, de grès et de bois, qui sont mises en mouvement par un arbre de couche placé à la partie supérieure de l'atelier, voilà de quoi se compose l'outillage d'une taillerie (fig. 85).

Suivons les différentes opérations que comporte le travail de la taille d'une pièce de cristal, celle d'une carafe par exemple.

La première opération est l'*ébauchage*. L'ouvrier tenant à la main la carafe qui arrive du four à recuire, présente les parties de l'objet qui doivent être remplacées par des creux ou des surfaces planes, à une roue d'acier, sur laquelle tombe goutte à goutte, d'un réservoir placé au-dessus, une bouillie d'eau

et de poussière de grès. Assis sur un tabouret devant la roue, l'ouvrier tient à la main la pièce à tailler, la présente à la roue en mouvement, et suit avec attention les progrès du travail.

Quand l'*ébauchage* est fait et que les facettes à obtenir sur la pièce sont ainsi déterminées, la pièce est devenue opaque dans les parties entamées. Il faut rendre à ces portions opaques leur poli et leur transparence. A ce



Fig. 86 — Carafe de Cristal taillé.

effet, un autre ouvrier prend la même pièce, et présente les facettes opaques à une meule de grès rouge, qui fait disparaître les rayures, polit la surface du cristal et la rend en partie transparente.

Un troisième ouvrier prend la même pièce et donne un nouveau degré de poli aux facettes, en les présentant à une meule de bois, sur laquelle il projette de l'émeri fin ou de la pierre ponce pulvérisée. On termine en donnant aux facettes le dernier brillant au moyen d'une roue de liége saupoudrée, par intervalles, de potée d'étain.

Voici comment on opère pour adapter exactement le bouchon dans le col de la carafe. On commence par fixer le bouchon (qui a été façonné d'ailleurs par le moulage, ainsi que le goulot de la carafe, en forme conique) à un disque de bois qui est animé d'un mouvement rapide de rotation. On présente à ce bouchon, ainsi animé d'un mouvement de rotation, l'ouverture de la carafe, en laissant tomber entre les deux surfaces de l'eau pure. Les deux surfaces du bouchon et du goulot s'usent l'une l'autre, et peu à peu le bouchon est réduit aux dimensions nécessaires pour qu'il entre avec une extrême justesse dans le goulot de la carafe.

La taille du cristal est une opération dont on ne saurait donner l'idée exacte par une description écrite. Il faut voir les ouvriers à l'œuvre pour comprendre qu'avec de simples roues de grosseurs différentes et de différentes matières, on arrive à créer sur une pièce, des facettes planes, creuses, variant de forme et de profondeur. L'habileté, la dextérité de main, la sûreté du coup d'œil, la façon d'appliquer l'objet sur telle ou telle partie de la roue, sur son bord, sur sa partie inférieure, ou supérieure, etc., font le mérite de l'ouvrier tailleur de cristaux.

La taille sert d'une autre manière à la décoration du verre et du cristal. Nous voulons parler du travail des *verres doubles* ou verres *colorés*.

Toutes les verreries et cristalleries fabriquent les *verres doubles*, qui consistent en une lame de verre de couleur appliquée sur une lame de verre blanc. Nous indiquerons plus loin, comment se font ces *verres doubles*.

Avec le *cristal doublé*, on moule des carafes, des verres, etc. Quand il s'agit de former sur des objets, tels que carafes, verres, etc., des dessins blancs sur fond rouge, on présente la pièce à la roue d'acier, et on enlève la partie rouge du double verre. On fait ainsi apparaître

le verre blanc qui était placé sous le rouge, et l'on produit un dessin blanc sur un fond rouge.

C'est par ce moyen que nos tailleurs de cristaux produisent ces dessins, ces inscriptions, ces lettres, ces légendes, qui font le mérite particulier des pièces qui ont reçu ce genre de décor.

En usant la surface rouge un peu plus à une place qu'à une autre, on produit des tons variables qui, distribués avec intelligence, font naître les plus heureux effets.

On produit aussi des ornements sur le cristal en dépolissant en partie sa surface. On donne aux parties du cristal ainsi traité un aspect mat et opaque qui, sur des points bien déterminés, forme des dessins réguliers, des étoiles, des fleurs, etc.

Pour dépolir le cristal on attache la pièce à un tour, et l'ouvrier présente aux points qu'il veut dépolir une tige de fer qui est arrosée de sable mouillé.

On donne aux globes des lampes l'aspect mat et dépoli que la mode leur assigne, par un procédé assez curieux. Pendant longtemps on s'était contenté de fermer avec deux bouchons de liége le globe, à ses deux extrémités ouvertes, et de placer à l'intérieur de ce globe de petits graviers de sable, avec une certaine quantité d'eau. Ensuite, un ouvrier agitait pendant longtemps le sable à l'intérieur du globe. Le verre finissait par se dépolir, étant usé à sa surface intérieure par l'action prolongée des corps durs. Mais ce moyen était dispendieux, en raison du temps qu'il exigeait. Aujourd'hui, on accomplit ce travail mécaniquement.

« On a imaginé, dit M. Bontemps, de faire de grandes caisses de 4 à 5 mètres de long, montées horizontalement sur deux axes. On remplit du mélange d'eau, d'émeri et de cailloux, trente, quarante ou cinquante boules, suivant leur diamètre, auxquelles on adapte des bouchons, on emballe ces boules avec du foin dans la caisse, puis on fait tourner la caisse sur ses deux axes au moyen d'une manivelle. Au bout de quatre à cinq heures, on cesse le mouvement, on déballe, débouche et vide les boules, qui se trouvent dépolies intérieurement, d'un grain très-fin et très-égal. Ces boules n'ont qu'un trou, elles sont telles qu'elles ont été tranchées par le verrier. Pour faire les trous convenables pour le passage des cheminées de lampe, on monte sur le tour un mandrin cylindrique en tôle, dont le bord est découpé en scie et du diamètre du trou qu'on veut percer, et l'ouvrier ayant marqué les deux places où doivent être percés les trous, prend la boule de la main droite et la présente contre le mandrin, sur lequel il jette de l'eau et du sable avec la main gauche ; peu à peu le mandrin pénètre dans le verre et y détache un disque de son diamètre (1). »

Passons à la gravure du verre et du cristal.

On grave le verre et le cristal par le même moyen qui sert à les tailler ; seulement les disques tournants, qui servent de burins, sont de dimensions extrêmement faibles. Ce sont de très-petites roues de fer ou d'acier. On présente l'objet façonné à ces burins tournants, et leur contact superficiel use légèrement le verre, de façon à y produire les dessins, d'après un type que l'ouvrier a sous les yeux, ou qu'il crée suivant son imagination. Une boue liquide d'émeri ou de grès pulvérisé tombe, d'un réservoir supérieur, sur la roue, et accroît la puissance d'usure du métal.

Quelquefois, au lieu d'une roue, l'ouvrier fait usage d'une broche tranchante, fixée contre le tour. Il opère alors en présentant la pièce à graver au-devant de la broche. C'est, on le voit, tout le contraire du travail du graveur sur bois ou sur métal. Le graveur sur bois ou en taille-douce tient le burin à la main, et le fait agir sur la plaque de bois ou de métal, qui est fixe ; ici, c'est le burin qui est fixe, et c'est l'objet à graver que l'on présente, que l'on tourne et retourne, pour le faire entamer par l'outil.

La gravure est le travail le plus important pour les verriers de Bohême, qui tracent sur leurs coupes, sur leurs vases à fleurs, sur leurs services de table, des dessins, des por-

(1) *Guide du verrier*, p. 619.

traits, des paysages, des inscriptions, des légendes. Ce sont ces dessins qui font surtout le mérite des verres de Bohême, et les ouvriers de ce pays font sortir de leurs mains de véritables objets d'art. Mais la gravure ajouterait peu à l'éclat du cristal, et la taille est, pour cette substance, mille fois plus précieuse. Aussi la gravure n'a-t-elle jamais été, en France ni en Angleterre, un sujet de bien grande préoccupation pour nos verriers, si ce n'est pour l'usine de Baccarat, où elle joue un certain rôle dans la décoration des cristaux destinés aux lustres et aux appareils d'éclairage. La gravure des vitres a pris seule de nos jours une grande extension. Mais la gravure des vitres s'exécute par de tout autres moyens, que nous avons maintenant à décrire.

Quand il s'agit de graver de larges surfaces, comme celle des vitres ou des glaces, on remplace la roue d'acier par l'action d'un acide capable d'attaquer le verre, et qui permet de graver sur le verre comme on grave sur les métaux. En recouvrant le verre d'un enduit gras ou résineux, traçant à la pointe un dessin sur ce verre, puis plongeant le verre ainsi préparé, dans un liquide acide capable de l'attaquer chimiquement, on peut creuser le verre aux points où l'acide est en contact avec lui.

Cette manière de graver le verre comme le métal, fut tentée dès le jour où l'on connut un acide ayant la puissance d'attaquer, de creuser, de dissoudre le verre. Cet acide puissant et précieux fut découvert, au siècle dernier, par le chimiste prussien Marggraff et par le Suédois Scheele : nous avons nommé l'*acide fluorhydrique*.

Quand on met l'acide fluorhydrique en contact avec le verre, cet acide est décomposé: il se fait de l'eau et un corps gazeux, nommé *acide fluosilicique*, qui se dégage, emportant une partie de la silice du verre, et par conséquent laissant le verre corrodé et gravé en clair. Le verre est décomposé, détruit, puisqu'il perd une partie de sa silice. Son aspect est tout différent après l'action de l'acide fluorhydrique; il est plus clair, car il a perdu de sa substance.

L'équation chimique suivante représente la réaction exercée sur la silice du verre par l'acide fluorhydrique.

$$\underset{\text{Acide fluorhydrique.}}{3\ FlH} + \underset{\text{Silice.}}{SiO^3} = \underset{\text{Eau.}}{H^3O^3} + \underset{\text{Acide fluosilicique.}}{Fl^3Si}$$

Aussi, dès l'année 1783, un chimiste allemand, Wentzel, annonçait-il qu'il était facile de graver le verre en faisant un mélange d'acide sulfurique et de spath fluor (minéral naturel composé de fluorure de calcium). L'acide sulfurique décompose le fluorure de calcium, pour faire de l'eau et de l'acide fluorhydrique. C'est ce que représente cette équation chimique :

$$\underset{\text{Fluorure de calcium.}}{CaFl} + \underset{\text{Acide sulfurique hydraté.}}{SO^3,HO} = \underset{\text{Sulfate de chaux.}}{SO^3,CaO} + \underset{\text{Acide fluorhydrique.}}{FlH}$$

Si l'on reçoit les vapeurs de ce gaz sur une lame de verre, le verre est corrodé et décomposé en vertu de la réaction précédemment analysée. Si on reçoit ces mêmes vapeurs dans de l'eau, elles s'y dissolvent, et forment une liqueur propre à attaquer et à graver le verre.

Avant que Schèele et Marggraff eussent analysé l'action de l'acide fluorhydrique sur le verre, et découvert l'acide fluorhydrique, on avait été conduit par le hasard à mettre en pratique la gravure du verre par cet agent énergique. Nous trouvons dans le *Dictionnaire de chimie* de M. Würtz, qu'en 1670, un négociant de Nuremberg, nommé Schwankhard, gravait le verre au moyen du spath fluor et de l'acide sulfurique ; et qu'en 1735 Pauli, à Dresde, faisait usage du même moyen. Nous venons de dire que le chimiste Wentzel appela l'attention sur ce fait important en 1783.

C'est en France que se fit l'application à l'industrie du phénomène chimique que nous venons de signaler. Un chimiste de ce



Fig. 87. — Grand atelier pour la taille et le polissage du cristal.

temps, M. de Puymaurin, donna le premier le procédé pratique qui permettait de graver le verre avec l'acide fluorhydrique comme on grave les métaux avec l'acide azotique.

On lit dans l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert :

« M. de Puymaurin ayant observé que l'acide spathique ou fluorique a sur le verre presque autant d'action que l'eau forte et les autres acides ont sur le cuivre et les autres métaux, il imita le procédé des graveurs sur cuivre à l'eau-forte. Il couvrit une glace d'un enduit de cire, il y dessina quelques figures, recouvrit le tout d'acide fluorique et l'exposa au soleil. Il vit bientôt les traits qu'il avait gravés se couvrir d'une poudre blanche, produite par la dissolution du verre. Au bout de quatre ou cinq heures, il détacha l'enduit et il lava la glace. Il reconnut la vérité de ses conjectures, et fut assuré que, par le secours de l'acide fluorique, on peut graver sur la glace et le verre le plus dur comme on grave à l'eau forte sur le cuivre. Les gravures sur des glaces épaisses ou des verres auraient l'avantage de pouvoir se garder longtemps sans être endommagées comme le cuivre, qu'on ne réussit pas à garantir de la rouille produite par la seule humidité de l'air. »

Gay-Lussac et Thénard, étudiant, en 1810, l'acide fluorhydrique, donnèrent des règles précises pour l'application de ce gaz à la gravure sur verre. A partir de ce moment, la gravure à l'acide remplaça, imparfaitement sans doute, mais elle remplaça la gravure à la roue d'acier. Les résultats étaient loin de valoir ceux de la gravure à la roue, mais on les obtenait à meilleur marché, et de même que le moulage du cristal, qui donne des résultats bien inférieurs à la taille, est souvent employé, à cause du bas prix de ce genre de travail, la gravure du verre à l'acide prit une assez grande extension de 1810 à 1860.

M. Péligot, dans ses *Douze Leçons sur l'art de la verrerie*, décrit ainsi les procédés suivis pour la gravure du verre par l'acide fluorhydrique.

« On se sert, pour graver sur verre, de l'acide fluorhydrique à l'état gazeux ou à l'état liquide. Il est préférable de l'employer sous cette dernière forme.

« On prépare l'acide fluorhydrique par les procédés ordinaires, en chauffant dans une cornue de plomb une partie de fluorure de calcium pulvérisé et trois parties et demie d'acide sulfurique concentré ; on étend l'acide du tiers ou de la moitié de son volume d'eau, et on le conserve dans une bouteille de plomb ou mieux de gutta-percha.

« Le verre est enduit d'un vernis de cire et de térébenthine qu'on applique à chaud à l'aide d'un pinceau. Pour les dessins qui doivent offrir une certaine finesse, on se sert de l'huile de lin siccative.

« On trace le dessin avec une pointe, comme pour la gravure à l'eau-forte. La transparence du vernis à l'huile de lin permet facilement de le décalquer. On entoure la partie enduite de vernis d'un bourrelet en cire, et on fait mordre l'acide sur le verre pendant un temps plus ou moins long, selon la profondeur des tailles qu'on veut obtenir. On lave à l'eau, puis à l'essence ou à l'alcool pour enlever le vernis.

« On comprend que le verre n'est attaqué que dans les parties qui ont été dénudées par le burin. »

Une découverte industrielle d'une grande importance, qui a été faite à ce qu'il paraît simultanément en Angleterre et en France, est venue, de nos jours, donner un immense développement à la gravure du verre et du cristal par l'acide fluorhydrique. L'emploi de l'acide fluorhydrique était, quoi que l'on fît, toujours dispendieux pour des dessins qu'il fallait reproduire plusieurs fois. La découverte de la gravure sur verre par impression et au moyen de l'acide fluorhydrique, qui permet de reproduire un grand nombre de fois, à très-bon marché, le même dessin, est attribuée en France, à M. Kessler. Voici en quoi consiste ce procédé, qui a donné une grande impulsion à l'industrie des verres gravés.

Nous verrons, quand nous traiterons des poteries, que pour produire sur les assiettes et poteries de faïence, des dessins en noir, on se sert du curieux procédé du *décalquage*. On fait sur papier le tirage d'une lithographie, avec une encre très-noire et très-épaisse. Ensuite on mouille cette gravure, et on l'applique légèrement sur l'assiette ou la faïence à décorer. On a préalablement imprégné l'assiette d'une substance gommeuse, *happante*, adhésive. Cette substance attire à soi l'encre épaisse qui forme le dessin de la gravure. Si bien que, lorsque après avoir mouillé la lithographie sur sa face extérieure, on la tire vivement, le papier vient seul, et l'encre demeure attachée à la surface de l'assiette, reproduisant exactement la lithographie. Ensuite, on vernit la faïence ainsi chargée de l'encre de la lithographie, et on la porte au four du potier. La matière noire de l'encre pénètre dans la pâte, le vernis fond et recouvre le dessin. Ainsi, par le simple *report* d'une lithographie, on a obtenu sur la faïence un dessin noir et indélébile.

C'est ce procédé curieux, simple et économique, que M. Kessler a réussi à appliquer à la gravure du verre par l'acide fluorhydrique.

On exécute sur une pierre lithographique le dessin que l'on veut graver sur verre, en se servant d'une encre épaisse et grasse, ainsi composée :

Acide stéarique........................	3
Bitume..................................	2
Essence de térébenthine..........	3

Quand ce dessin à l'encre grasse recouvre la pierre, on la traite par le procédé ordinaire des lithographes, et on tire une épreuve lithographique de ce dessin, sur un papier léger, dit papier *demi-pelure glacé*.

Pour décalquer ou reporter cette lithographie sur la plaque de verre qu'il s'agit de graver, on commence par présenter la gravure à un vase plein d'eau contenant un quart ou un sixième de son poids d'acide chlorhydrique. Les vapeurs de cet acide qui se dégagent, se condensent sur le papier. Ensuite on passe la lithographie rapidement à la surface d'un bain d'eau tiède, en l'y laissant nager seulement le temps suffisant pour que les stries de l'encre s'étant nivelées par la fusion, on soit averti qu'il est temps de la retirer.

« Pendant cette opération, est-il dit dans le « brevet de M. Kessler, un phénomène d'en- « dosmose, intervenant, attire l'eau dans l'in- « térieur du papier. Mais, attendu que celle-ci « ne peut y arriver qu'en expulsant du côté « opposé une légère couche de l'acide faible « qui en remplit tous les pores, qu'en ce « moment même l'encre est ramollie par la « fusion, cette couche légère d'eau acidulée « s'interpose entre le papier et l'encre, dont « l'adhérence se trouve ainsi détruite. »

Pour *décalquer* ou faire le report de l'encre, on applique l'épreuve sur le verre à graver, en la posant du côté de l'encre. On presse légèrement, à l'aide d'une roulette garnie de laine; on mouille au besoin un peu le papier, et on le tire vivement. L'encre seule reste sur le verre.

Cet enduit gras et résineux qui demeure adhérent au verre, est le vernis préservateur qui défendra de l'action de l'acide fluorhydrique les parties protégées, et qui représentent le dessin à tracer. Quand on porte la plaque ainsi préparée dans le bain d'acide fluorhydrique, cet acide n'attaque que les parties non recouvertes d'encre.

Après que la gravure a été faite par la morsure de l'acide, on enlève le vernis protecteur, à l'aide d'un rouleau ou avec une essence.

Si l'on veut obtenir des dessins plus achevés, au lieu d'une pierre lithographique, on emploie une planche d'acier pour décalquer les gravures.

L'acide fluorhydrique étendu d'eau est placé dans de vastes cuvettes en gutta-percha (la seule matière qui ne soit pas attaquée par l'acide fluorhydrique), et on plonge, seulement pendant quelques minutes, dans ce bain, les verres à graver.

L'acide fluorhydrique a été obtenu, dans l'usine même, en distillant dans des vases de fonte un mélange d'acide sulfurique et de spath fluor, et faisant condenser les vapeurs dans un récipient de plomb refroidi par de la glace. Le liquide condensé et qui n'est autre chose que l'acide fluorhydrique pur, est conservé dans des flacons de plomb. On ajoute cet acide à l'eau, au moment de s'en servir, dans la proportion de quelques centièmes seulement.

Tout le monde sait que l'acide fluorhydrique est une des matières les plus dangereuses que l'on connaisse. C'est un réactif d'un effet terrible, puisqu'il attaque et détruit presque tous les corps, simples ou composés. Aussi faut-il s'entourer des plus grandes précautions quand on le manie, soit dans le laboratoire de l'usine pour le préparer, soit dans l'atelier des bains à graver.

M. Kessler, qui s'est beaucoup inquiété de prévenir ce genre d'accidents chez les ouvriers, a trouvé que l'ammoniaque est le meilleur moyen de combattre les brûlures faites par ce redoutable corrosif.

L'avantage immense de la gravure du verre par le décalquage d'une lithographie, c'est que cette méthode permet de remplacer, dans le travail courant, la main des artistes, autrefois employés à la gravure du verre, par de simples ouvriers. Le talent du dessinateur n'est, en effet, nécessaire que pour la composition du premier dessin sur la pierre lithographique.

C'est grâce à la généralisation du procédé que nous venons de décrire que l'on voit aujourd'hui, en France et en Angleterre, tant de glaces admirablement gravées, qui servent à la décoration des maisons, des hôtels et des magasins. Le clair de la gravure faisant opposition à la demi-transparence du verre est d'un admirable effet. Ce mode d'ornement est déjà extrêmement répandu, pour la décoration des intérieurs, car il réunit ce que l'on recherche aujourd'hui : l'éclat, le goût et l'élégance.

CHAPITRE XV

LA PEINTURE SUR VERRE, SON HISTOIRE DEPUIS LE Vᵉ SIÈCLE APRÈS J.-C. JUSQU'A NOS JOURS.

Un des préjugés les plus répandus et les plus tenaces, est celui de la prétendue perte des secrets de la peinture sur verre. On dit et on répète tous les jours, en France, en Angleterre, en Italie, en Suisse, que l'art de la peinture sur verre, ainsi que les procédés pour la préparation et l'application des couleurs sur le verre et le cristal, ont été entièrement perdus en Europe, depuis le Moyen âge. Le public, obligé de donner croyance à une assertion qui a été cent fois reproduite dans les livres et les journaux, est donc aujourd'hui bien persuadé que l'art de la peinture sur verre est un des mystérieux arcanes du Moyen Age, et que ce n'est qu'au prix de mille efforts et sacrifices que l'on est arrivé à reconstituer de nos jours une partie de cet art évanoui.

L'opinion qui fait de la peinture sur verre un secret perdu et retrouvé de nos jours, doit être mise au rang de celle qui attribue la découverte de la vapeur à Salomon de Caus ; elle n'a plus de fondement ni de raison d'être. Les procédés pour la préparation des couleurs vitrifiables, et les moyens de mettre en pratique l'art de la peinture sur verre, ont été minutieusement décrits dans l'ouvrage du moine Théophile, que nous avons cité plus d'une fois. Cet ouvrage, qui remonte au XIIᵉ siècle, c'est-à-dire à l'époque où la peinture sur verre commença à être pratiquée en France, n'a jamais cessé d'être réimprimé et consulté (1). Depuis ce livre fondamental, bien des auteurs tels que Haudiquier de Blanquoust, en 1667, Kunckel, en 1679, et le père Levieil, en 1774 (2), ont décrit avec un soin rigoureux les procédés de cet art.

Ainsi, les pratiques de la peinture sur verre n'ont jamais pu être et n'ont jamais été perdues. Ce qui s'est perdu, c'est la mode, le goût des vitraux colorés. A partir du XVIIᵉ siècle on renonça à décorer les églises de ces magnifiques vitraux qui embellissaient les nefs du Moyen Age et récréaient les yeux des fidèles réunis dans les églises. A cette époque les grands artistes, abandonnant les verrières, se consacrèrent uniquement à la peinture à l'huile. Des nombreux ateliers qui avaient été consacrés à la fabrication des vitraux d'église, pendant le Moyen Age et la Renaissance, il n'en restait pas un seul en Europe, au temps de Louis XIV. Toutefois, les livres dans lesquels étaient décrits les procédés de préparation des couleurs et la manière de préparer les verrières, existaient toujours et étaient à la disposition de tout le monde. La peinture sur porcelaine, qui, au fond, diffère très-peu de la peinture sur verre, maintenait, d'ailleurs, dans les ateliers les traditions pratiques de cet art, alors négligé, mais qui avait fait la grande préoccupation des siècles précédents. Aussi lorsque, au commencement de notre siècle, le goût des vitraux peints vint à reprendre faveur en France, il ne fut pas difficile de le faire revivre, et nos peintres verriers purent, du premier coup, atteindre aux résultats que l'on admire le plus dans les œuvres du Moyen Age et de la Renaissance.

Le fait suivant donnera la preuve suffisante de ce que nous avançons.

Quand on voulut, sous le gouvernement de Louis-Philippe, restaurer les vitraux de la Sainte-Chapelle, à Paris, le ministre des travaux publics, M. Dumon, institua un concours d'essai. Vingt-deux peintres verriers répondirent à cet appel, et sur ce nombre, douze furent admis à concourir. Pour s'assurer que le futur restaurateur des vitraux de la Sainte-Chapelle saurait parfaitement reproduire le travail des peintres verriers du Moyen Age, on remit à chacun des concurrents, pour l'imiter, un ancien vitrail de la

(1) *Essais sur divers arts*, par Théophile, traduit par Ch. de Lescalopier. Paris, in-8°, 1843.

(2) *L'Art de la peinture sur verre et de la vitrerie*, 1 vol. grand in-folio, avec planches. Paris, 1774.



Fig. 58. — La Sainte-Chapelle, à Paris.

Sainte-Chapelle, et la copie de ce panneau que chacun exécuta, fut mise en regard du modèle ancien, et exposé publiquement.

Or, dit M. Bontemps qui rapporte ce fait, « parmi les douze concurrents, il y en eut « six au moins dont les copies pouvaient « être réellement confondues avec leur mo- « dèle; ce qui prouve bien que les moyens « techniques d'exécution et les procédés ne « faisaient pas défaut (1). »

Il est donc bien établi que l'art de peindre sur verre n'a jamais été perdu. Ce qui est vrai seulement, ce qu'il faut dire, c'est que le génie des peintres verriers du Moyen Age ne se retrouve pas chez les peintres verriers de nos jours. Autrefois la peinture sur verre était le procédé général; c'est au verre que les peintres du XIIIe, du XIVe et du XVe siècle confiaient leurs chefs-d'œuvre. C'est pour cela que les artistes avaient acquis par la tradition, par l'étude approfondie de ce système de peinture, une habileté incomparable.

(1) *Guide du verrier*, page 703.

Il faut bien savoir, en effet, que la peinture sur un écran transparent diffère en tous points de la peinture sur toile ; car les résultats que l'on obtient sur une surface que la lumière traverse librement, n'ont presque rien de commun avec ceux que l'on détermine en étalant la couleur sur la surface opaque d'une toile. L'étude approfondie de ce genre spécial d'effets lumineux manque à nos artistes modernes, et c'est là ce qui explique l'infériorité des vitraux de notre temps sur les vitraux anciens, au point de vue du style, de la pensée et de l'art (1). Mais quant aux procédés techniques, ils n'ont jamais été perdus, et l'on n'a jamais eu, par conséquent, à les rechercher ni à les retrouver.

Après ces considérations générales sur l'art de la peinture sur verre, abordons le sujet lui-même.

Et d'abord, disons qu'il importe de distinguer les verres simplement teints dans toute leur masse, des verres recouverts de peintures à leur surface. La peinture sur verre est un art qui ne remonte qu'au Moyen Age et qui est très-compliqué. Au contraire, la fabrication des verres teints est extrêmement ancienne et est la chose la plus facile du monde. Les verriers de l'ancienne Égypte, les verriers romains et orientaux, fabriquaient des quantités énormes de verre teint ou coloré. On peut même dire que la fabrication des verres de couleur marqua les premiers pas de la verrerie antique. Le verre blanc résulte, en effet, des matières très-pures, tandis que certaines substances, des oxydes métalliques principalement, lorsqu'ils se trouvent dans le sable, suffisent pour donner au verre une coloration plus ou moins intense.

On lit dans la *Notice sur la verrerie égyptienne*, qui fait partie du grand ouvrage de la *Description de l'Égypte :*

« Les prêtres de l'Égypte, sans cesse occupés d'expériences, ont fait dans leur laboratoire particulier du verre comparable au cristal de roche. Profitant de la propriété qu'ils ont reconnue aux oxydes des

(1) C'est ce que l'éminent architecte M. Viollet-Leduc exprime parfaitement, dans une page que nous ne pouvons résister au plaisir de citer :

« Vouloir, dit M. Viollet-Leduc, reproduire ce qu'on appelle un tableau, c'est-à-dire une peinture dans laquelle on cherche à rendre les effets de la perspective linéaire et de la perspective aérienne, de la lumière et des ombres avec toutes leurs transitions, sur un panneau de couleurs transluscides, est une entreprise aussi téméraire que de prétendre rendre les effets des voix humaines avec les instruments à cordes. Autre procédé, autres conditions, autre branche de l'art. Il y a presque autant de distance entre la peinture dite de tableaux, la peinture opaque, cherchant à produire l'illusion, et la peinture sur verre, qu'il y en a entre cette même peinture opaque et un bas-relief. Le bas-relief serait-il peint, que jamais il ne pourrait rendre l'effet d'une peinture opaque sur un mur ou sur une toile; ce bas-relief ainsi enluminé ne sera jamais qu'un assemblage de figures sur un seul plan. Dans une peinture opaque, dans un tableau, le rayonnement des couleurs est absolument soumis au peintre, qui, par les demi-teintes, les ombres diverses d'intensité et de valeur suivant les plans, peut la diminuer ou l'augmenter à sa volonté. Le rayonnement des couleurs translucides dans les vitraux ne peut être modifié par l'artiste; tout son talent consiste à en profiter suivant une donnée harmonique sur un seul plan, comme un tapis, mais non suivant un effet de perspective aérienne. Quoi qu'on fasse, une verrière ne représente jamais, et ne peut représenter qu'une surface plane, elle n'a même ses qualités réelles qu'à cette condition : toute tentative faite pour présenter à l'œil plusieurs plans détruit l'harmonie colorante, sans faire illusion au spectateur ; tandis qu'une peinture opaque a et doit avoir pour effet de faire pénétrer l'œil dans une série de plans, de présenter une succession de solides. N'y eût-il qu'une figure dans une peinture, et cette figure fût elle posée sur un fond uni, que le peintre prétend donner à cette figure l'apparence d'un corps ayant une épaisseur. Si le peintre n'atteint pas ce résultat dès ses premiers essais, il n'est pas moins certain que c'est le but vers lequel il tend, aussi bien dans l'antiquité grecque que dans les temps modernes. Transposer cette propriété de la peinture opaque dans l'art de la peinture translucide est donc une idée fausse. La peinture translucide ne peut se proposer pour but que le dessin appuyant aussi énergiquement que possible une harmonie de couleurs, et le résultat est satisfaisant comme cela. Vouloir introduire les qualités propres à la peinture opaque dans la peinture translucide, c'est perdre les qualités précieuses de la peinture translucide sans compensation possible. Ce n'est point ici une question de routine ou d'affection aveugle pour un art qu'on voudrait maintenir dans son archaïsme, ainsi qu'on le prétend parfois, c'est une de ces questions absolues, parce que (nous ne saurions trop le répéter) elles sont résolues par des lois physiques auxquelles nous ne pouvons rien changer ; vous ne ferez jamais chanter une guitare comme Rubini, et si quelques personnes prennent plaisir à entendre jouer l'ouverture de *Guillaume-Tell* sur le flageolet, cela ne peut être du goût des amateurs de musique. » (*Dictionnaire raisonné de l'architecture française du* XIe *au* XIVe *siècle.*)

substances métalliques, qu'ils tiraient principalement de l'Inde, de se vitrifier sous des couleurs différentes, ils ont conçu et exécuté le projet d'imiter toutes les espèces de pierres précieuses colorées, transparentes ou opaques que leur fournissait le commerce du même pays.

« Strabon et tous les historiens ne se réunissent-ils pas pour apprendre qu'on fabriquait de temps immémorial en Égypte, et par des procédés secrets, des verres très-beaux, très-transparents, des verres dont les couleurs étaient celles de l'hyacinthe, du saphir, du rubis, etc., qu'un des souverains de ce pays était parvenu à contrefaire la pierre précieuse nommée Cyanus; que Sésostris avait fait couler ou sculpter en verre de couleur d'émeraude une statue qu'on voyait encore à Constantinople sous le règne de Théodose; qu'il existait aussi du temps d'Apion Plistonique, dans le labyrinthe d'Égypte, un colosse en verre ; qu'on faisait enfin avec la scorie des métaux un verre noir qui ressemblait au jaïet, substance, dit Pline, qu'on a mise en œuvre avant d'avoir imaginé de la remplacer par le verre.

« En faut-il davantage pour prouver que les Égyptiens sont les plus anciens fabricants de verre, et que, puisqu'ils imitaient les pierres précieuses, ils savaient préparer les oxydes sans lesquels ils n'auraient pas réussi à faire des verres colorés, de fausses pierres précieuses et des émaux (1). »

Avec des cubes de verre de différentes couleurs, les anciens composaient des *mosaïques*, c'est-à-dire de véritables tableaux, résultant de l'assemblage et de la juxtaposition de petits fragments de verre colorés, convenablement choisis. Les mosaïques de Florence, que l'on fabrique encore de nos jours comme on les fabriquait au temps de Vitruve, et les magnifiques tableaux en mosaïque que l'on admire dans l'église Saint-Pierre de Rome, donnent une idée fidèle de ce genre de travail. Les mosaïques de pierre et de marbre ont dû conduire aux vitraux colorés. C'est, en effet, en assemblant des fragments de verre teints, et en réunissant avec de petites tiges de plomb ces différents morceaux, que l'on composa les premiers vitraux peints.

A quelle époque et chez quel peuple a-t-on composé, pour la première fois, ces vitraux

(1) *Description de l'Égypte*, 2e édit. Panckoucke, 1829, t. IX, p. 213.

par assemblage de verres colorés ? C'est ce qu'il est impossible de dire exactement. Ce fut sans doute chez les verriers de Byzance, après la chute de l'Empire romain, que cet art prit naissance. Les Phéniciens avaient l'habitude de décorer les murailles et les toits de leurs édifices avec des plaques de verre diversement colorées (1). L'emploi du verre pour la décoration des édifices passa des Phéniciens aux Grecs et aux Romains. Dans le temple de Diane, à Éphèse, on a trouvé plusieurs plaques dorées qui étaient couvertes d'une lame de verre, pour conserver la dorure.

Chez les Romains, l'emploi des lames de verre coloré, doré, émaillé, était devenu extrêmement fréquent pendant les premiers temps de l'Empire. Nous renvoyons, pour l'éclaircissement de ce fait général, à la savante dissertation qui se trouve à la fin du remarquable ouvrage de M. Batissier, *Histoire de l'art monumental*, au chapitre intitulé : *Histoire du verre chez les anciens* (2).

Dans l'impossibilité de fixer exactement l'époque de l'invention des vitraux colorés résultant de l'assemblage de verres de couleur, il faut se contenter de dire que les premiers vitraux peints qui nous soient connus appartiennent au ve siècle après Jésus-Christ.

Saint Jean Chrysostome est le premier qui ait fait mention de ce genre de décor des églises. Après lui Lactance et saint Jérôme en disent quelques mots (3).

Aurélius Prudence, décrivant les merveilles de l'église de *Saint-Paul hors les murs*, à Rome, écrivait au ve siècle : « Dans les fenêtres cintrées se déploient des verres de diverses couleurs. Ainsi brillent les prairies ornées des fleurs du printemps (4). »

(1) Hamberger et Michaelis, *Commentarii societatis Gottingæ*, t. IV, Heeren, *Idées*, lib. I, cap. II, p. 94 (cités par M. Batissier, *Histoire de l'art monumental*, p. 681).

(2) Batissier, p. 672-681.

(3) *Ibid.*, p. 683.

(4) *Id.*, *ibid.*

Les *roses* qui sont placées dans le transept du parvis de l'église Notre-Dame de Paris, du côté du midi, ainsi que la verrière qui fait face au parvis de la place, sont exécutées par ce moyen, c'est-à-dire résultent du simple assemblage de morceaux de vitre de couleur, reliés par des tiges de plomb.

A l'époque où fut bâtie Notre-Dame de Paris, des verrières semblables existaient en Grèce, en Italie et en Allemagne.

Cependant, nous n'avons pas besoin de le dire, de simples fragments de verre de couleur assemblés, n'exigeaient pas la main d'un artiste, mais seulement celle d'un ouvrier patient et adroit. La peinture sur verre proprement dite ne doit pas être confondue avec ce procédé enfantin. L'art de la peinture sur verre consiste à exécuter des sujets sur une lame de vitre, d'après les dessins d'un peintre. Les couleurs sont composées de matières vitrifiables, d'émaux, substances moins fusibles que le verre. Le peintre verrier peint des fragments de verre, et compose ainsi tout son sujet. Puis ces fragments de verre sont portés dans un four, enfermés dans une caisse de fer ou de brique, et chauffés, de manière à déterminer la fusion des couleurs et leur adhérence au verre. Le dessin se compose donc de matières colorantes minérales, fondues et faisant corps avec la substance du verre. On peut nettoyer ces vitraux peints sans les endommager aucunement. Voilà la véritable peinture sur verre, celle dont nous avons à nous occuper ici.

La peinture sur verre naquit tout naturellement, pour ainsi dire, de ces vitraux colorés résultant de l'assemblage de fragments de verre de couleur, dont la connaissance s'était introduite en France, comme nous venons de le dire, vers le ve siècle. Mais à quelle époque et chez quelle nation se fit ce pas de géant dans l'art de la décoration du verre? C'est ce que l'on ignore entièrement.

Tout ce que l'on peut dire, c'est que les premiers vitraux peints par le procédé que nous venons de décrire, et que nous possédions en France, remontent au milieu du XIIe siècle. C'était précisément le temps où écrivait le moine Théophile; et c'est à cet auteur que nous devons à la fois et la mention de ce produit de l'art et la description des procédés qui servaient, de son temps, à le mettre en pratique (1).

Nous jetterons un coup d'œil sur l'exécution des vitraux depuis le XIIe siècle jusqu'à nos jours, en essayant de préciser le caractère propre aux verrières de chaque époque.

Les vitraux les plus anciens qui existent en France, appartiennent, avons-nous dit, au XIIe siècle. L'exemple le plus authentique, celui dont la date est certaine, se voit encore dans la belle église abbatiale de Saint-Denis près Paris. Ces verrières furent exécutées par les soins de l'abbé Suger. La cathédrale de Reims renferme des verrières que l'on rapporte à la même époque, et qui, d'après plusieurs archéologues, remonteraient même au XIe siècle.

Les vitraux appartenant au XIIe siècle, se reconnaissent facilement à la petite dimension des personnages et à l'incorrection du dessin. Les sujets sont contenus dans des

(1) On a voulu attribuer à l'Allemagne l'invention de la peinture sur verre, et l'on a cité comme preuve les vitraux peints de l'abbaye de Tegernsee, en Bavière, au sujet desquels l'abbé Gosbert écrivait, en 1091, au comte Arnold, qui en avait fait don à cette abbaye : « Jusqu'à présent les fenêtres de notre église n'étaient fermées qu'avec de vieilles toiles ; mais, grâce à vous, pour la première fois, le soleil promène ses rayons dorés sur le pavé de notre basilique, en pénétrant à travers des peintures qui s'étalent sur des verres de diverses couleurs. »

Nous ferons remarquer que ces vitraux pouvaient résulter, comme ceux de la rosace de Notre-Dame de Paris et ceux de Saint Paul hors les murs, à Rome, de la réunion des fragments de verre teints. Il faudrait, pour marquer l'époque réelle de la découverte de la peinture sur verre proprement dite, que l'on fît mention du procédé d'exécution, et que l'on dît que les couleurs étaient appliquées sur le verre et fondues au four du potier. Rien de semblable n'est dit dans ce document, de sorte que le livre du moine Théophile, dans lequel sont décrits les procédés de cet art, reste toujours le seul authentique, pour fixer l'époque de cette découverte en Europe.

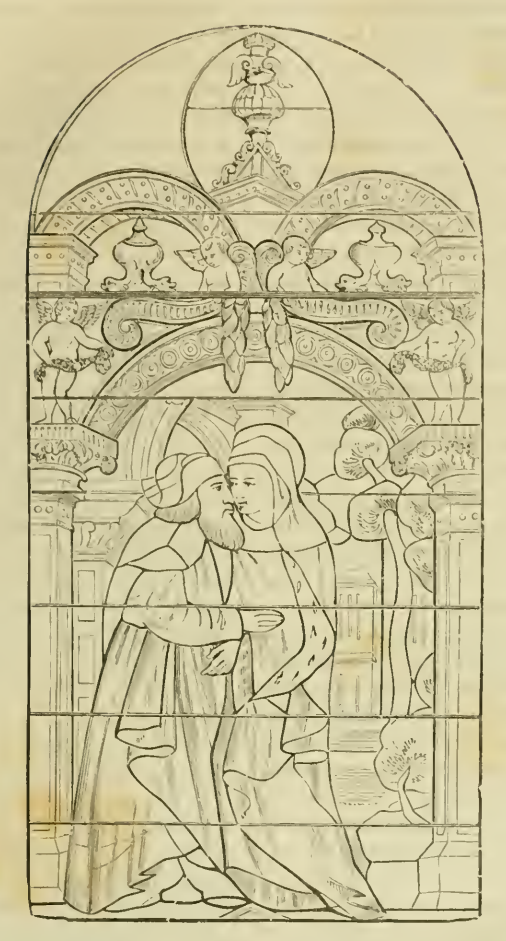


Fig. 89. — Verrière du XVIe siècle, à l'ancienne abbaye de Ferrières (Loiret).

cartouches circulaires, ovales ou à trèfles. Ils se détachent sur un fond de mosaïque, où domine presque toujours le bleu, avec des baguettes rouges. L'effet général est très-brillant et d'une coloration extrêmement vive. Les panneaux sont entourés de cadres du style byzantin.

On peut examiner des vitraux du XIIIe siècle à Rouen (cathédrale Saint-Ouen, Saint-Patrice, Saint-Vincent, Saint-Godart), à Chartres (cathédrale), à Bourges (Saint-Étienne), à Paris (Sainte-Chapelle, Notre-Dame, Saint-Germain des Prés), à Tours, à Angers, à Strasbourg, à Sens, au Mans, à Reims, etc. Les peintures de ce siècle offrent, comme celles du siècle précédent, une mosaïque éblouissante, formée des couleurs les plus vives et les plus harmonieuses. Les

personnages sont de grandeur naturelle ou de proportions colossales, mais le dessin est raide; les draperies sont à plis serrés à la manière byzantine.

L'église cathédrale de Chartres, celle de Strasbourg et celle de Noyon, ainsi que l'église Saint-Séverin, à Paris, nous présentent des verreries appartenant au XIVe siècle.

A cette époque, on remarque un progrès notable dans l'exécution des sujets. Le dessin a beaucoup gagné en correction. On commence à copier la nature; on fait usage du clair-obscur, des ombres et des reflets, mais l'aspect général du tableau est moins harmonieux. Les personnages sont entourés d'une architecture en grisaille, surmontée de dais ornés de clochetons et d'arcs-boutants. Les fonds en mosaïque, qui caractérisaient les premiers vitraux, sont remplacés par des fonds unis, rouges ou bleus, quelquefois damassés. Les pièces de verre qui portent les dessins colorés sont plus grandes et les plombs moins prodigués.

C'est au XIVe siècle que le luxe des vitraux peints passa des églises dans les châteaux et les maisons princières. Les seigneurs en ornent leurs manoirs et les rois leurs palais. En France les rois Charles V et Charles VII accordent de grands priviléges aux gentilshommes peintres-verriers.

La cathédrale de Clermont-Ferrand, la Sainte-Chapelle de Reims (aujourd'hui Palais de justice) contiennent des spécimens des magnifiques verrières du XVe siècle. A cette époque, apparaît dans tout son éclat le style flamboyant. Le fond du tableau est un émail d'or et d'argent. Les draperies sont d'une grande richesse, les encadrements ont disparu. L'usage de peindre en grisaille devient très-commun. On fait usage de verres doubles, c'est-à-dire à deux couches, l'une incolore et l'autre colorée. Les plus habiles peintres du temps, Albert Durer et Jules Romain, fournissent des cartons aux verriers de leur temps.

Arrive enfin la Renaissance, ou le XVIe siècle, qui porte à son apogée l'art des vitraux peints. C'est alors qu'apparaissent Jean Cousin, Nicolas Pinaigrier et beaucoup d'autres, qui sont experts dans l'art d'appliquer les émaux sur le verre et dans une infinité de procédés ou de tours de main ingénieux. Les peintres-verriers de ce temps, vivement éperonnés par la découverte de la peinture à l'huile, veulent imiter leur puissante rivale; mais cette tendance les amène dans une mauvaise voie, et la peinture sur verre commence à perdre son caractère original.

Bernard Palissy fut un des derniers et des plus habiles peintres-verriers de la Renaissance.

Nous citerons, comme spécimen des verrières du XVIe siècle, celles qui se voient aujourd'hui dans les églises Saint-Gervais et Saint-Étienne du Mont, à Paris, à la Sainte-Chapelle de Vic-le-Comte, en Auvergne, à la chapelle du château de Vincennes, à l'église Notre-Dame, à Brou, et à la cathédrale d'Auch.

La figure 89 représente une verrière du XVIe siècle.

Après le XVIe siècle, la peinture sur verre tombe en décadence. La mode abandonne ce genre difficile et compliqué, la peinture à l'huile triomphe partout.

Au XVIIe siècle, on n'en parle plus. Les peintres du temps de Louis XIV n'exercent pas une seule fois leur talent dans ce genre devenu suranné. Dans les pays étrangers, où cet art se conserve encore, les procédés se détériorent. La décadence est si générale, que des peintures sur verre qui furent exécutées pendant le XVIIe siècle à l'église Sainte-Gudule, à Bruxelles, par Diepennbecker, et celles qu'Abraham Van-Linge peignit dans la chapelle d'Oxford, ne tardèrent pas à s'altérer, et sont aujourd'hui complétement détruites. Deux cents ans ont suffi pour faire disparaître les œuvres de cette époque, tandis que les verrières du XIIe siècle subsistent encore et brillent du même éclat qu'autrefois.

L'Angleterre, avec un génie artistique plus



Fig. 90. — Travée de l'église abbatiale de Saint-Denis avec vitraux.

lourd, mais plus tenace et plus fidèle à l'usage, conserva plus longtemps qu'aucune autre nation le goût des vitraux peints. Seulement on s'attacha à imiter les tons et le coloris de la peinture à l'huile; de sorte que les tableaux sur verre exécutés dans la Grande-Bretagne, pendant le XVIIe et le XVIIIe siècle, ne sont plus que des copies transparentes des tableaux de grands maîtres, ce qui n'est nullement l'objet de la peinture sur verre, peinture essentiellement aérienne et lumineuse, et qui n'a rien à gagner à l'assimilation avec les peintures sur une surface opaque.

Pendant le XVIIIe siècle, la peinture sur verre continua donc d'être pratiquée en Angleterre, mais avec la déviation que nous venons de signaler.

Au commencement de notre siècle, cette branche de l'art était tombée partout en décadence; il n'existait alors en France ni en Italie aucun peintre-verrier.

Ce fut l'Empereur Napoléon Ier qui eut l'idée de faire revivre parmi nous ce genre abandonné. Les vitraux de l'église de Saint-Denis étaient singulièrement dégradés; en 1803 l'Empereur chargea un architecte, nommé Debret, de s'occuper de la restauration de ces vitraux. Debret chercha à découvrir quelque artiste au courant de la peinture sur verre, mais il ne put en trouver un seul en France. Il essaya alors de procéder lui-même à cette restauration, guidé par le chimiste Darcet père, et un émailleur du Palais-Royal; mais il ne put réussir à rien.

Ce fut un amateur de peinture, M. de Noé, le grand-père du caricaturiste Cham (car le pseudonyme de *Cham* signifie *fils de Noé*), qui réussit à restaurer en France la peinture sur verre. Apprenant que la tradition en était encore conservée en Angleterre, M. de Noé, avec l'appui du préfet de la Seine, M. de Chabrol, se rendit à Londres, en 1818. Il amena à Paris des artistes et des ouvriers, qui, sous sa direction, commencèrent les travaux de la restauration des vitraux de Saint-Denis.

Mais M. de Noé ne devait rencontrer

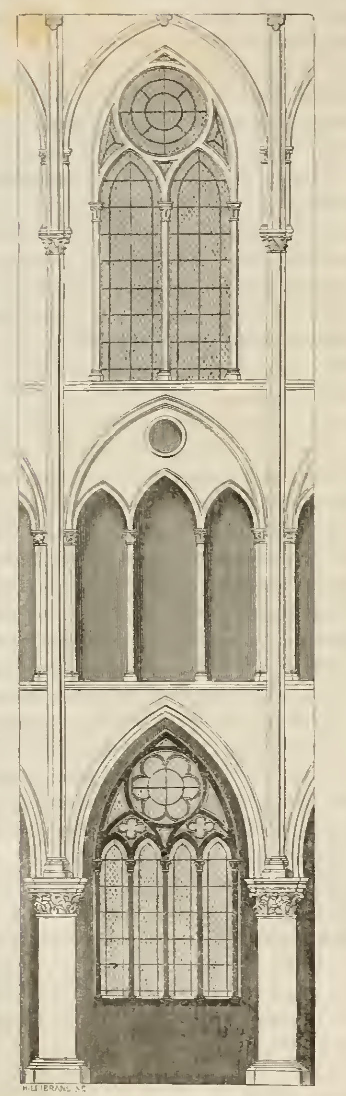


Fig. 91. — Travée de Notre-Dame de Paris avec vitraux dans le haut et dans le bas.

que l'ingratitude, en retour de son dévouement artistique. Un chimiste, alors nouveau venu, M. Brongniart, Directeur de la Manufacture de porcelaine de Sèvres, obtint les commandes du Gouvernement, et prit bientôt la tête de cette industrie. On dit que M. de Noé mourut du chagrin de cette déconvenue.

C'est ainsi que la manufacture de porcelaine de Sèvres s'empara du privilége de la peinture sur verre. C'est dans cet établissement que l'on s'occupa d'abord de restaurer les vitraux des anciennes églises, et plus tard, d'en composer de nouveaux.

L'exemple donné par la manufacture de l'État porta ses fruits. La peinture sur verre reprit bientôt faveur en France. Elle ne s'appliqua plus exclusivement aux églises, mais elle devint un moyen nouveau de décorer les palais et les riches demeures. Les Expositions nationales et universelles ont mis sous les yeux du public les œuvres des peintres-verriers, aujourd'hui assez nombreux en France et à l'étranger. Personne n'a oublié, par exemple, la grande et magnifique verrière qui ornait la principale nef de l'Exposition universelle de 1855, au Palais de l'Industrie, et qui figure encore dans ce même palais. Elle est de M. Maréchal, le célèbre peintre-verrier de Metz. On doit au même artiste les vitraux des églises de Saint-Vincent de Paul, Sainte-Clotilde, Saint-Augustin, à Paris. et dans les départements, ceux des cathédrales de Metz, Troyes, Cambrai et Limoges.

CHAPITRE XVI

DESCRIPTION DES PROCÉDÉS DE LA PEINTURE SUR VERRE. — LES VERRES COLORÉS. — LA PEINTURE EN COULEURS VITRIFIABLES AU MOUFLE.

Après avoir résumé l'histoire de la peinture sur verre, nous avons à décrire ses procédés et sa mise en pratique.

Nous avons dit qu'il y a eu deux époques



Fig. 92. — Notre-Dame de Paris.

dans la peinture sur verre. On a d'abord composé des tableaux en assemblant, d'après le procédé de la mosaïque, des fragments de verres diversement colorés. Plus tard, on a peint des vitres avec des couleurs fusibles au feu. Occupons-nous d'abord du premier de ces moyens, d'autant plus que sa connaissance est indispensable à la description complète de l'art général de la peinture sur verre, car la peinture avec des couleurs vitrifiables fait toujours usage de verres uniformément colorés.

Le verre blanc peut se colorer de la manière la plus facile, par suite de la propriété qu'ont les principaux oxydes métalliques (les oxydes de fer, de cuivre, de plomb, d'or, de cobalt, etc.) de se dissoudre dans le verre fondu, en formant des silicates, qui sont doués d'une couleur propre, et qui communiquent cette coloration au verre qui les renferme. Un ou deux centièmes d'un oxyde métallique mêlés au verre fondu, suffisent pour lui communiquer une couleur intense. Le pouvoir tinctorial des oxydes métalliques est même si grand, que la masse vitreuse paraît noire quand elle n'est pas soufflée à une

très-mince épaisseur. Aussi est-il presque toujours nécessaire de composer les verres colorés d'une lame de verre blanc, sur laquelle est étendue une mince lame de verre coloré. C'est ce que l'on nomme les *verres doubles* ou *doublés*. Une des deux surfaces seulement est revêtue de couleur, l'autre est de verre blanc.

Pour faire le *verre doublé*, on opère, comme pour faire les vitres. Seulement l'ouvrier, après avoir pris sur sa canne une grosse masse de verre blanc, et avoir roulé un peu sur le marbre cette *paraison*, trempe la même *paraison* dans un second creuset, qui contient du verre coloré, et il superpose ainsi une petite masse de verre coloré à la masse incolore. Il souffle le tout, à la manière ordinaire ; en d'autres termes, il obtient un manchon, qui est ensuite fendu, et étalé à chaud, de manière à faire une vitre plane. Toutefois cette vitre n'est pas incolore, elle est *doublée*. Sur une lame épaisse de verre blanc, il y a une mince lame de verre coloré.

Tels sont les *verres doubles*, dont les fragments servaient dans l'ancienne peinture sur verre, à composer des tableaux en mosaïque de verre, et qui, de nos jours, servent à une foule d'usages, et en particulier à la peinture sur verre, car les verres colorés sont pris souvent comme fond, soit de l'ensemble du tableau, soit du fragment de verre qui doit être peint.

On fait même des verres *triples* et *quadruples*, c'est-à-dire à trois et à quatre couches superposées, pour donner au tailleur de cristal ou de verre la facilité d'enlever une ou deux couches de verre de couleur et de laisser apparaître une des couleurs. Quelquefois on interpose une lame de verre d'albâtre entre deux lames de verre colorées. On voit de quelles ressources infinies dispose l'art intéressant qui nous occupe.

Les principaux oxydes métalliques employés pour colorer le verre sont : pour le bleu saphir l'*oxyde de cobalt* ; — pour le bleu céleste, le *bioxyde de cuivre* ; — pour le vert-émeraude, l'*oxyde de chrôme* ; — pour le vert-bouteille, l'*oxyde de fer des battitures*, le *protoxyde de cuivre* ou le cuivre métallique ; — pour le rouge-pourpre, pour le jaune à reflets verdâtres, le *peroxyde d'uranium* ; — pour le jaune-orange, le *chlorure d'argent* ; — pour le jaune commun, le *verre d'antimoine* ; — pour le violet, le *bioxyde de manganèse* ; — pour le rose ou rouge commun, les *sels d'or*, ou l'*oxyde de cuivre*.

Quand on veut obtenir une couleur composée, on mélange plusieurs oxydes : c'est ainsi que le verre noir se produit à l'aide des oxydes de manganèse, de fer et de cobalt mélangés à parties égales ; le verre couleur émeraude, avec les oxydes d'uranium et de cuivre ; le verre couleur d'herbe, avec un mélange d'oxyde de cobalt et d'oxyde de sulfure d'antimoine.

M. Péligot, dans ses *Douze Leçons sur la verrerie*, que nous avons déjà citées, donne le tableau des substances qui sont employées pour produire la coloration du verre et du cristal. Nous empruntons à ce savant mémoire les pages qui renferment cet exposé.

« *Bleu.* — Pour obtenir le verre bleu, dit M. Péligot, on ajoute au mélange vitrifiable 1 à 3 pour 100 d'oxyde de cobalt. L'addition de l'oxyde de manganèse donne une nuance plus violacée.

« *Violet.* — Cette couleur se produit avec 2 à 7 pour 100 d'oxyde de manganèse et 1 pour 100 d'oxyde de cobalt.

« *Bleu céleste.* — On ajoute 1 pour 100 de bioxyde de cuivre à du verre ou à du cristal riche en alcali. Si le verre est très-siliceux, la couleur est verte.

« *Vert-émeraude.* — Cette coloration est fournie par 2 ou 3 dix-millièmes de sesquioxyde de chrome. Cet oxyde n'est dissous par le verre qu'en très-petite quantité.

« *Vert-bouteille.* — On se sert des battitures de fer, dont on ajoute 4 à 5 pour 100 à la composition.

« *Jaune.* — 4 à 5 pour 100 d'oxysulfure d'antimoine (verre d'antimoine) et 1 millième de pourpre de Cassius, fournissent le jaune-topaze ; on obtient aussi cette nuance avec les peroxydes de fer et de manganèse ; si ce dernier oxyde prédomine, la teinte vire au brun violacé ; avec l'oxyde de fer employé en

plus grande quantité, on a le jaune d'or. Les tubes de verre, qui, filés à la lampe d'émailleur, donnent les fils servant à tisser des étoffes de soie et de verre qui ressemblent aux brocarts d'or, sont colorés par ce mélange.

« Le sesquioxyde d'uranium donne au verre une belle couleur jaune avec reflets verdâtres (verre dichroïte) ; cette couleur est la même que celle de l'azotate cristallisé formé par cet oxyde. Pour la produire, on ajoute au verre (exempt de plomb) 2 à 5 pour 100 d'uranate de soude ou d'ammoniaque.

« L'oxyde d'uranium, qu'on emploie beaucoup en verrerie, sert à colorer le verre transparent et le verre d'albâtre; avec l'oxyde de cuivre, la teinte devient jaune-verdâtre.

« Le jaune plus ou moins orangé, en tirant au brun, est fourni par le charbon très-divisé ou la fumée qui résulte de l'introduction de l'écorce de bouleau ou de la corne dans la matière en fusion ; celle-ci est, bien entendu, du verre non plombeux.

« L'argent donne, à la température du moufle, une belle coloration jaune-orangé. On l'applique au pinceau sous forme d'une bouillie claire formée de chlorure ou d'oxyde d'argent, de colcotar ou d'argile délayés dans l'essence. Quand la pièce a été cuite au moufle, on enlève à la brosse la poudre d'oxyde de fer ou d'argile qui reste sur le verre. Les verres les plus siliceux, les moins fusibles, notamment les verres de Bohême, sont ceux qui prennent le mieux cette couleur.

« *Rouge et rose.* — On fond dans un petit creuset du cristal ordinaire avec addition de 1 millième d'or à l'état de chlorure. Le cristal présente l'aspect du cristal ordinaire ; il a seulement une teinte un peu bleuâtre. On le coule en plaques.

« On fait, d'autre part, une paraison de cristal ordinaire à laquelle on fait adhérer un petit fragment de cristal aurifère ; en ramollissant ce verre à l'ouvreau, sa couleur rouge se développe ; on le rabat avec les fers, on l'étend et on l'égalise sur la paraison.

« On a cueilli, avec une autre canne, du cristal ordinaire dont on fait une paraison sur laquelle on fait adhérer celle à deux couches qu'on vient de faire, après qu'elle a été convenablement ramollie. On étend cette dernière sur la nouvelle paraison, et on la rabat comme un champignon, avec les pinces. On a ainsi une pièce composée de trois couches de verre; la couche centrale est aurifère. Cette pièce est alors terminée par les procédés ordinaires.

« En opérant ainsi, la couche d'or se trouve garantie d'une fusion qui amènerait l'or à l'état de petits globules offrant l'aspect métallique.

« Dans le but d'obtenir le même retrait, on se sert de cristal ayant la même composition.

« La pièce est d'une belle couleur rouge-groseille ou rose, selon que la quantité de cristal aurifère est plus ou moins considérable. L'or s'y trouve, dans tous les cas, en quantité extrêmement petite. Par la taille, on entame plus ou moins la couche aurifère, et on obtient ainsi des cristaux blancs avec dessins rouges ou roses.

« On produit également la couleur pourpre en appliquant au pinceau sur des verres très-siliceux, sans plomb, du bioxyde de cuivre très-divisé. Le carbonate de cuivre ou l'oxyde bleu hydraté, dont j'ai fait connaître récemment la préparation, conviennent très-bien pour cet usage. On ajoute quelquefois du fer métallique ou des battitures porphyrisées.

« Ces verres sont chauffés dans un moufle, au milieu d'une atmosphère réductrice. Il se développe, à la surface des pièces, une belle couleur pourpre qui rappelle celle des vitraux.

« Cette même coloration peut être produite également avec du verre à deux couches, travaillé comme le verre à vitre pourpre dont j'ai parlé précédemment.

« *Verre noir.* — Cette couleur résulte d'un mélange d'oxydes de cuivre, de cobalt et de fer.

« On l'obtient aussi au moyen du soufre introduit en nature dans la composition. Le verre *hyalite* qu'on fait en Bohême est ainsi coloré. On ne peut pas dire exactement le rôle que joue le soufre pour produire cette coloration; elle est peut-être due à la formation d'un sulfure. »

La préparation des verres colorés exige beaucoup de soins, de la part des verriers. Certains oxydes métalliques que l'on emploie pour teindre le verre, obligent à modifier la composition du mélange. L'oxyde d'uranium, par exemple, ne peut être ajouté au cristal, car l'oxyde de plomb du cristal altérerait sa teinte. Il faut, quand on fait usage d'oxyde d'uranium, n'employer que des verres à base de chaux et de potasse, avec une forte prédominance d'alcali.

Le rouge est une des couleurs les plus difficiles à produire. Les anciens obtenaient cette couleur avec un éclat extraordinaire. C'est le cuivre qui servait aux peintres-verriers du Moyen âge, comme aux nôtres, à produire le rouge; mais un préjugé populaire attribuait cette coloration à l'or.

Pendant notre première révolution, ce préjugé manqua de devenir fatal à tous les vitraux peints de nos églises. Le peuple s'imaginait, disons-nous, que le rouge des anciens vitraux contenait de l'or. Les révolutionnaires de 1792, dignes précurseurs de ceux de la commune de Paris, en 1871, enle-

vaient aux églises les cloches, pour en faire des canons, de très-mauvais canons, d'ailleurs, attendu que le bronze des cloches n'est pas celui des bouches à feu. Ces stupides démolisseurs, passèrent bientôt, et tout naturellement, des cloches des églises aux vitraux. Ils brisèrent ces vitraux, pour retirer l'or qu'ils croyaient contenu dans les teintes rouges. Une caisse pleine de débris de verre rouge, enlevés aux verrières de plusieurs églises de France, arriva, en 1792, à la Monnaie de Paris, avec ordre de déterminer la quantité d'or qu'ils contenaient. Heureusement Darcet père se hâta de déclarer que ces vitraux ne contenaient que du cuivre, sans aucune trace de métal précieux. Notre chimiste sauva, de cette manière, les magnifiques monuments de l'art chrétien du Moyen âge.

C'est en effet au cuivre que les anciens verres rouges doivent leur coloration. On admet généralement que ce métal s'y trouve sous forme de protoxyde, mais il est probable qu'il existe à l'état de métal, de même que l'or se trouve à l'état métallique dans les verres que l'on teint en rose au moyen du chlorure d'or, comme nous l'apprend M. Péligot, dans le passage de son mémoire que nous avons cité plus haut.

Après ce qui concerne la préparation des verres colorés en masse, arrivons à la véritable peinture sur verre, qui consiste à appliquer des couleurs sur une lame de verre au moyen du feu.

Il y a dans la peinture sur verre, deux parties bien distinctes : l'une se rapporte au dessin, l'autre à son exécution par le verrier.

En ce qui concerne le dessin, l'artiste trace d'abord son tableau coloré, à l'échelle qu'il juge convenable. Ensuite il porte tous les détails de cette composition, dans la dimension exacte que devra avoir le vitrail, sur d'immenses feuilles de papier juxtaposées. Il indique avec soin en combien de fragments le verre doit être découpé. Cette première opération s'appelle *tracer les cartons*.

Ces *cartons* sont remis au peintre-verrier qui doit les reproduire, avec la plus scrupuleuse exactitude, sur les fragments de verre destinés à répondre à chacun d'eux. Pour cela, le verrier applique un morceau de verre sur chaque carton, qui n'est autre chose qu'un véritable *patron*, et avec un diamant, il suit les contours extérieurs de ce carton ; puis d'un coup sec, il casse le verre, selon les traits laissés par la morsure du diamant.

Les différents morceaux de verre qui doivent composer le vitrail, étant coupés, on les réunit tous dans des châssis de plomb, et on les relie ensemble par une forte armature de fer. Le vitrail étant ainsi monté, et prêt à être peint, on porte cette espèce de fenêtre dans l'atelier du peintre.

Cet atelier (fig. 93) doit être exposé au jour le plus brillant, qui doit y arriver en plein. On dresse le vitrail contre la lumière, et souvent l'on bouche avec du drap noir, les parties, autres que le verre lui même, par lesquelles le jour pourrait passer. L'artiste juge mieux, par cette disposition, de l'effet de son travail.

Alors le peintre, assis sur une grande chaise, que l'on peut élever ou abaisser à volonté, au moyen d'une manivelle et d'un treuil, peint les verres suivant les indications des cartons. Il se sert du pinceau pour appliquer les couleurs, de la hampe pour mettre à nu la surface du verre et faire les points lumineux, et du blaireau pour dépouiller et faire les demi-teintes.

Quelles sont les couleurs que les peintres-verriers emploient?

Ces couleurs sont de véritables *émaux*, c'est-à-dire des silicates d'étain, substances excessivement fusibles et richement colorées.

A ces couleurs il faut joindre le *fondant*, qui est mêlé d'avance à chaque couleur et qui doit la faire adhérer au verre après sa fusion, puis la couleur elle-même.



Fig. 93. — Atelier d'un peintre sur verre.

Dans une *Notice sur la peinture sur verre*, rédigée par M. Salvétat, sous-directeur à la Manufacture de Sèvres, et qui se trouve imprimée à la suite des *Douze Leçons sur la verrerie* de M. Péligot, dans les *Annales du Conservatoire*, nous trouvons l'indication précise de la composition des fondants et des émaux colorés dont on fait usage à la Manufacture de Sèvres, pour la peinture sur verre. Ce qui va suivre est extrait de la Notice de M. Salvétat.

« Les *fondants* employés dans la peinture sur verre, dit M. Salvétat, se réduisent à deux : le *fondant général* et le *fondant pour la couleur pourpre*.

« Le *fondant général* se compose en faisant fondre :

Sable d'Étampes..................	100
Minium..........................	600
Acide borique cristallisé.............	300

« Le produit de la fonte est un verre ambré qu'on coule sur une plaque de fer et qu'on pile pour le mélanger aux oxydes des colorants. Quelques praticiens ont fait usage d'un fondant dans lequel il entre :

Sable d'Étampes..................	200
Minium..........................	600
Borax............................	100

« On les indique simultanément pour qu'on les compare.

« *Fondant de pourpre.* — Les fondants que nous venons de donner contiennent beaucoup trop de plomb pour fournir les pourpres et les carmins, avec le précipité pourpre de Cassius ; on compose pour les couleurs d'or un fondant particulier plus altérable, mais malheureusement on n'en connait pas de meilleur ; il est formé de :

Sable............................	100
Minium..........................	300
Borax fondu......................	600

« On fond comme plus haut. On retire avec les pinces ce fondant qui ne prend que l'aspect pâteux. »

Quant aux *émaux*, ou *couleurs*, M. Salvétat donne les recettes suivantes pour les noirs, verts, bruns, rouges et couleurs d'or :

« *Noirs.* — Le même oxyde sert pour faire les noirs et les gris; on fait du gris en mettant la couleur mince; on fait du noir en soutenant l'épaisseur.

« Lorsqu'on précipite par le carbonate de soude un mélange de sels de protoxyde de fer et d'oxyde de cobalt, et qu'on laisse l'oxydation du composé s'effectuer sous l'influence de l'air atmosphérique, on obtient une combinaison des oxydes de fer et de cobalt qui, suffisamment calcinée, fournit un oxyde noir de très-bonne qualité. Voici les doses que j'emploie.

« On prend :

1 équivalent oxyde noir de cobalt...........	38 gr.
2 gr. fer métall. = 1 équival. d'oxyde Fe^2O^3.	56 gr.

« On fait dissoudre séparément l'oxyde de cobalt à chaud, le fer métallique à froid, l'un et l'autre dans l'acide chlorhydrique, les deux dissolutions sont étendues d'eau, filtrées et réunies; on précipite le mélange par le carbonate de soude en léger excès, on lave à grande eau jusqu'à ce que tout l'oxyde de fer ait passé à l'état de peroxyde de fer hydraté, entièrement jaunâtre; on dessèche et on triture avec deux fois son poids de sel marin; on calcine dans un têt à rôtir, à une chaleur rouge sombre, on lave à l'eau bouillante et on fait sécher. Enfin quand l'eau de lavage n'enlève plus rien, on calcine de nouveau dans un creuset à une chaleur très-intense. L'oxyde ainsi formé est une combinaison définie qui a pour formule : Fe^2O^3,CoO.

« *Verts.* — L'oxyde de chrome est la base des verts; on le combine avec l'alumine pour lui donner de la transparence, avec l'oxyde de zinc pour le modifier en jaune, avec l'oxyde de cobalt et l'alumine pour le transformer en vert bleuâtre.

« L'oxyde de chrome se prépare à l'état de sesquioxyde pour les besoins de l'art de la vitrification, en enflammant un mélange d'une partie de soufre pour deux de bichromate de potasse. On place le mélange bien trituré dans un têt à rôtir, on fait au centre une petite cavité qu'on remplit de soufre en fleurs, et auquel on met le feu. Le produit de la combustion au contact de l'air est de l'oxyde de chrome, qu'on lave à l'eau bouillante; il n'est point nécessaire d'agiter pour renouveler les surfaces du mélange incandescent; la combustion se propage d'elle-même jusqu'au centre de la masse. L'oxyde de chrome qui résulte de la réduction du chromate de potasse est lavé, séché et calciné de nouveau, pour éliminer un peu de soufre qui n'a pas été brûlé. Il est alors d'un très-beau vert.

« Cet oxyde est combiné avec l'alumine pour préparer un vert-jaune transparent : on prend de l'alumine hydratée; quand on précipite en présence de beaucoup d'eau par l'ammoniaque caustique de l'alun ammoniacal ou potassique, on obtient un hydrate d'alumine à 62 p. 100 d'eau. C'est à cet hydrate que j'emprunte l'alumine; je prends, pour le calciner après porphyrisation :

1 équivalent sesquioxyde de chrome vert..	76 gr.
1 équivalent alumine hydratée : $Al^2O,9HO$.	135 gr.

on lave à l'eau bouillante pour extraire le chromate de potasse qui se forme aux dépens d'un peu de potasse retenue par l'hydrate d'alumine, ou conservé d'abord opiniâtrément par l'oxyde de chrome que les eaux de lavage, même bouillantes, n'en débarrassent pas toujours complétement. Il y a là quelque chose d'analogue à ce que M. Chevreul a désigné sous le nom de *phénomènes de teinture.*

« Le vert bleuâtre s'obtient en suivant la même méthode et d'après les mêmes principes; on prend :

1/2 équivalent	sesquioxyde de chrome......	38 gr.
1 —	oxyde de cobalt.............	38 gr.
1 —	alumine = alumine hydratée.	135 gr.

On calcine et on lave à l'eau bouillante.

« *Bruns.* — Lorsqu'on combine ensemble le peroxyde de fer et l'oxyde de zinc, en présence de quantités plus ou moins considérables d'oxyde de cobalt ou d'oxyde de nickel, on obtient des oxydes bruns plus ou moins foncés, plus ou moins chauds, qui sont, dans la peinture sur verre, d'une très-grande utilité. On prépare ainsi du brun rougeâtre, du brun de bois, du brun-sépia et du brun noirâtre.

« On prépare séparément, pour les réunir ensuite, les dissolutions suivantes dans l'acide chlorhydrique :

2 équivalents de fer = 1 équivalent sesquioxyde de fer Fe^2O^3..................	56 gr.
1 équivalent de zinc = 1 équivalent d'oxyde de zinc ZnO........................	33 gr.

auxquels on ajoute de l'oxyde de nickel ou de l'oxyde de cobalt 2 grammes. On traite exactement comme il a été dit plus haut pour le noir, à cette exception toutefois, qu'on néglige la deuxième calcination. L'oxyde lavé, qui a pour formule Fe^2O^3 (LnO,CoO) ou Fe^2O^3 (LnO,NiO), est d'un beau brun rougeâtre; si l'on a fait usage du nickel, le produit est d'un ton plus chaud.

« Le brun de bois et les autres bruns ne diffèrent que par la quantité d'oxyde de cobalt ou d'oxyde de nickel. Voici les dosages :

	Bois.	Sépia.	Noirâtre.
Fer...............	56	56	56
Zinc..............	33	33	33
Oxyde (CoO,NiO)..	4	12	38

« Ce dernier a pour formule Fe^2O^3,ZnO,CoO.

« Dans ces préparations, la nuance brune est maintenue par la présence de l'oxyde de zinc; en effet, on obtient avec le fer seul et le zinc le ton qu'on nomme brun-jaune.

« Ces oxydes exigent, pour leur préparation, du temps et des soins minutieux qui élèvent leur prix

de revient au delà de ce qu'il convient à la peinture courante. Aussi se borne-t-on généralement, et surtout pour modeler les surfaces obtenues par les verres teints dans la masse, à l'emplir de brun de fer pur.

« Lorsqu'on calcine la couperose à un feu assez violent, on sait qu'il reste un oxyde de fer violâtre; ce corps n'a plus de transparence, et, mêlé sur le verre à du fondant, il adhère en faisant l'office d'un corps opaque; il est noir par transparence et sert à faire les ombres des draperies et des chairs.

« *Rouges.* — Les carnations s'obtiennent au moyen du colcotar calciné seulement avec précaution en présence de quantités variables d'alun ou de sulfate d'alumine qui lui communique une certaine translucidité. Cette couleur est l'une des plus délicates de celles qui composent la palette du peintre-verrier.

« *Couleur d'or.* — Le précipité pourpre de Cassius sert à obtenir, tout comme dans la fabrication des couleurs de porcelaine, les couleurs dites carmins, pourpre et violet.

« Pour préparer le pourpre de Cassius d'une manière certaine, on prend 144cc d'acide chlorhydrique et 72cc d'acide nitrique. On les mêle ensemble; on pèse dix fois 2 grammes d'étain pur laminé qu'on met en réserve pour les faire dissoudre dans l'eau régale précédemment indiquée. Pour cela, 120cc d'eau régale sont répartis dans 10 petites bouteilles, 12cc dans chacune; on étend d'un demi-gramme d'eau froide pour modérer l'action, et on ajoute par petites fractions l'étain métallique qu'on a fait laminer pour l'avoir plus facilement soluble. Ce qui reste d'eau régale est versé sur 3gr,2 d'or pur, et quand la dissolution est complète, on étend d'assez d'eau pour former 500cc; 50cc de cette dissolution sont étendus de 14 litres d'eau précipités successivement par chaque dissolution d'étain. Les précipités sont mêlés, lavés à l'eau bouillante, et réunis cinq par cinq sur des filtres pour qu'ils se ressuient. Quand le pourpre est suffisamment raffermi, on étend le filtre sur une glace, le pourpre en contact direct avec le verre; on essore sur l'envers avec un linge absorbant, et, ramassant le précipité pâteux avec un couteau à palette, on le place dans un vase, et on le recouvre d'eau pour le conserver humide jusqu'au moment où l'on veut le transformer en couleur. On y ajoute alors du fondant et la quantité voulue de chlorure d'argent.

« *Bleu.* — Le plus beau bleu d'application qu'on puisse faire pour peindre le verre est tiré du cobalt : c'est de l'aluminate de cobalt. Rien n'est plus facile que de le préparer; on fait dissoudre à l'état de nitrate :

1 équivalent carbonate de cobalt........		60
1 —	alumine hydratée de 180 à	135

on évapore à siccité et on calcine. Le résidu bleu qui reste au fond du creuset possède une magnifique nuance outremer qu'on peut rendre turquoise en ajoutant au mélange une petite quantité d'hydrate d'oxyde de chrome. L'aluminate de cobalt ainsi formé correspond à la formule Al^2O^3,CoO.

« *Dépoli.* — Pour terminer ce que nous avons à dire au sujet des oxydes, nous indiquerons la nature du dépoli dont je me suis servi, tant que j'ai préparé des couleurs pour verre. Le dépoli se fait avec du biscuit de porcelaine dure, finement broyé; le fondant qu'on ajoute pour le faire adhérer à la surface du verre le dissémine sur la feuille diaphane, et interposant entre l'œil et la lumière un corps à peine transparent, ce fondant communique une sorte de teinte sourde qui remplit le but proposé.

« On triture :

Porcelaine pilée..................	300 gr.
Fondant n° 1 ou n° 2............	200 gr.

on étend au putois sur la face du verre qui n'a pas reçu de peinture.

« COULEURS FAITES. — Lorsqu'on a, d'une part, les fondants fondus et pilés, d'autre part les oxydes dans l'état de pureté que nous venons d'indiquer, rien n'est plus facile que de préparer la couleur; la prescription est des plus simples, il suffit de broyer sur la glace avec un grand soin :

Fondant n° 1 ou n° 2.............	25 gr.
Oxyde............................	10 gr.

On obtient ainsi la couleur toute prête à peindre. On verra ressortir la simplicité de ces dosages, en étudiant comparativement l'ouvrage de Levieil, que j'ai déjà cité, et le *Manuel du peintre sur verre*, auquel je renverrai surtout pour la partie descriptive de la mise en plomb.

« Les couleurs d'or nécessitent un peu plus de soins et de plus grandes précautions.

« Quand on veut faire du carmin ou du pourpre, on prend l'oxyde que nous avons appris à préparer sous le nom de précipité de Cassius, et on le broie sur la glace avec le fondant dont j'ai donné la composition. On essaye le mélange; si le ton est bon, on le conserve; si la couleur est trop jaune, c'est à l'excès d'argent qu'il faut attribuer cet excès de jaune; si le ton est trop pâle, on ajoute de l'oxyde; s'il ne brille pas, on augmente la dose de fondant.

« Pour préparer le violet, on se sert du même précipité de Cassius, mais on ne met pas d'argent, et on remplace le fondant de pourpre par le fondant n° 1. »

Les couleurs, préalablement mélangées avec leur fondant, étant appliquées sur les fragments de verre, il reste à fixer ces couleurs d'une manière indestructible. Nous avons

déjà dit que c'est par la fusion au feu que l'on fait adhérer les couleurs à la substance du verre. Le vitrail est donc démonté ; chaque fragment de verre est détaché du réseau de plomb , et porté dans un four de potier, chauffé au degré particulier de chaleur qu'exige la fusion des couleurs.

Une caisse de fonte ou de brique, nommée *moufle*, sert à recevoir les verres pendant leur cuisson, afin de les préserver du contact des cendres et du charbon. Les couleurs qui recouvrent le verre sont très-fusibles ; la chaleur les fluidifie, et le verre se ramollissant légèrement lui-même, par cette chaleur, qui est toutefois insuffisante pour le fondre ou le déformer, la couleur pénètre dans la substance du verre, et s'y trouve ainsi fixée, de manière à faire corps avec lui. Cette peinture est tout à fait inaltérable, indestructible, puisqu'elle fait partie du verre même.

Les fours des peintres-verriers se composent d'un foyer et d'un moufle, en fer, de $0^m,60$ de hauteur sur $0^m,80$ de largeur et $0^m,90$ de profondeur. Dix ou douze planchers sont disposés dans cette caisse, à la distance d'environ 6 centimètres, pour recevoir les verres que l'on pose sur une couche de craie ou de plâtre. L'expérience a fait connaître les places où réussissent le mieux les verres d'une nuance donnée. Les verres qui correspondent aux chairs et aux figures, sont cuits généralement dans des moufles plus petits, à des températures un peu plus élevées.

Le four du peintre-verrier ressemble au four à porcelaine. Le moufle, c'est-à-dire la grande caisse en fonte ou en terre cuite qui est destinée à recevoir les lames de verre peint, est entouré de toutes parts par la flamme. Mais comme la chaleur ne doit pas être toujours soutenue plus d'un jour et qu'il faut un autre jour pour laisser refroidir les verres, après qu'ils ont reçu l'action du feu, il est économique de se servir d'un four à double moufle, dans lequel le même foyer peut servir alternativement à chauffer un des moufles, pendant que l'autre se refroidit et est soustrait à l'action du foyer.

La figure 94 montre comment cette particularité de la fabrication a été résolue dans les *fours à deux moufles*.

Ces fours sont à *flamme renversée;* le foyer est en haut et les gaz et l'air chaud qui se dégagent du foyer, circulent de haut en bas, chauffant les moufles qui se trouvent sur leur passage. Au moyen d'une brique, on peut fermer à volonté le conduit de la fumée, et empêcher l'un ou l'autre des deux moufles de recevoir l'action du feu.

Sur la figure 94 le foyer est placé en B. Ce foyer peut chauffer à volonté l'un ou l'autre des moufles A, A, ou les chauffer tous les deux. H est la brique qui, fermant l'un ou l'autre des conduits de fumée P, P, intercepte la chaleur dans l'un ou l'autre des moufles A, A.

Les gaz sortant du foyer B, se dirigent par le tuyau, ou *carneau* CP, circulent autour du moufle A, et se dégagent au dehors par le tuyau EFG.

Pour mieux faire comprendre la circulation des gaz du foyer autour des moufles, on a représenté à part, c'est-à-dire sur la même figure et à droite un seul moufle avec les carneaux qui l'environnent. On voit l'air chaud et les gaz du foyer arrivant du foyer B, par le carneau supérieur, C, passer par le carneau inférieur D, et de là s'écouler au dehors par le tuyau EL.

Ce tuyau EL est donc la véritable cheminée du foyer à flamme renversée, foyer qui est placé en B. L'air nécessaire à la combustion descend sur ce foyer par le tube de cheminée d'appel L'.

Les moufles AA sont munis, chacun, d'un tube ouvert *b*. Cette issue au dehors est nécessaire pour laisser dégager les gaz et les vapeurs que contiennent les couleurs, qui, par l'action du feu, subissent différentes modifications ou vaporisations.

A est la *visière*, c'est-à-dire une petite fe-

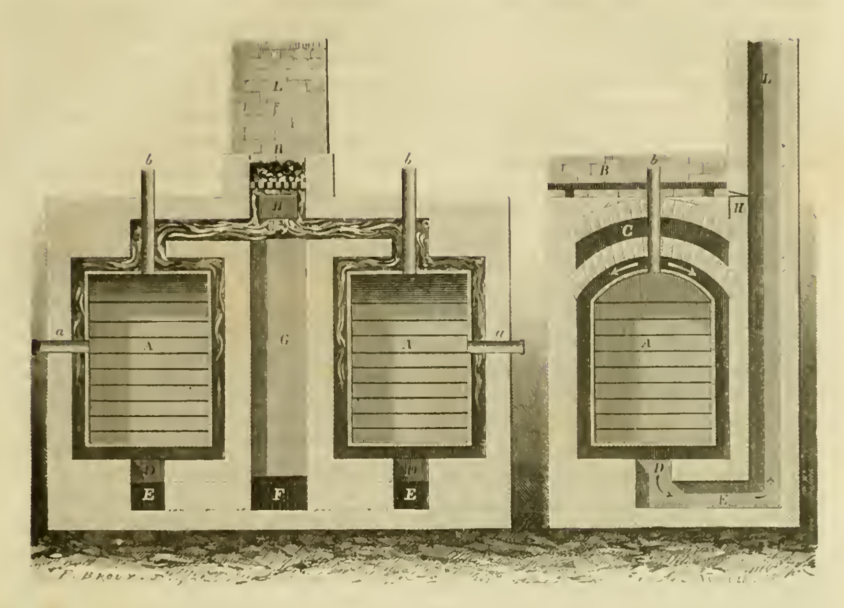


Fig. 94. — Coupe d'un four de peintre-verrier, à deux moufles.

nêtre ménagée à travers l'épaisseur du fourneau et du moufle; elle permet au potier de s'assurer de l'état des terres dans le four et de juger approximativement de la température de l'intérieur.

L'espace contenu entre le moufle et les parois du fourneau, dans lequel circulent le gaz venant du foyer, n'est que de 1 à 2 centimetres.

Ordinairement on chauffe l'un des moufles pendant un jour, et on le laisse refroidir le jour suivant. De cette manière l'opération est continue, et une économie importante est réalisée.

« Les peintres amateurs, dit M. Flamm, auteur d'un ouvrage que nous avons déjà cité, le *Verrier du XIXe siècle*, se servent à cet effet, tout simplement d'une marmite en fonte à fond plat, dans laquelle ils entassent le verre à vitrifier en couches séparées par des lits de cendres de bois, et en couvrant la dernière rangée de verre d'un lit épais de cendres, surmonté du couvercle de la marmite.

« Ils exposent le vase, ainsi disposé, sur quelques briques; ils construisent autour de lui un petit fourneau avec des briques sans mortier; ils entretiennent dessous un feu au bois, jusqu'à ce qu'ils aient atteint le degré de chaleur voulu.

« Pour connaître ce degré, ils ont soin de déposer sous le couvercle de la marmite quelques débris de verre peint; de temps à autre, ils retirent et examinent une de ces éprouvettes, et si la couleur paraît bien vitrifiée, ils laissent refroidir lentement.

« Quoique cette méthode soit suffisante pour la vitrification de petites feuilles, elle ne convient nullement pour une fabrication régulière et en grand (1). »

Les vitraux étant ainsi peints à la chaleur du four, il ne reste plus qu'à réunir tous les fragments au moyen d'un réseau de plomb définitif, et à enchâsser le tout dans une forte armature de fer. L'armature produit l'effet d'un cadre qui embrasse tout le panneau.

Les vitraux peints ne sont pas aussi chers que pourraient le faire craindre les manipu-

(1) Page 131.

lations longues et compliquées que nous venons de décrire. Leur prix varie de 150 à 300 francs le mètre carré.

Un fabricant de Toulouse, M. Gesta, qui a travaillé à la restauration des verrières de Saint-Denis, a exécuté à lui seul des vitraux peints pour plus de deux mille églises.

Il nous reste à ajouter, pour être complet, qu'un peintre-verrier, M. Dihl, essaya, vers 1830, un système nouveau. Au lieu de peindre sur des fragments de verre, que l'on rassemble ensuite en un tout au moyen de plombs, M. Dihl peignait le sujet entier sur des glaces. Il exécutait sur l'une des glaces la moitié de la composition et la seconde moitié sur l'autre glace. Il appliquait les deux glaces l'une contre l'autre, les parties peintes étant à l'intérieur et en contact mutuel. Il évitait ainsi les effets de la *parallaxe*, qui auraient été très-grands, vu l'épaisseur des glaces. On ne saurait détruire cet effet autrement, car il faut bien savoir qu'un verre peint par le procédé ordinaire, est toujours peint sur l'une et l'autre face.

Le système de M. Dihl était une conception fort ingénieuse. Mais, d'une part, la difficulté d'avoir des moufles de dimensions assez grandes, d'autre part, le prix excessif auquel reviennent les vitraux ainsi exécutés, a empêché ce procédé de se répandre. Rien n'empêcherait de l'adopter lorsque la considération de la dépense ne serait pas de nature à arrêter.

CHAPITRE XVII

LES VERRES TRAVAILLÉS. — LE VERRE OPALE. — LE VERRE D'ALBATRE. — LE VERRE CRAQUELÉ. — L'ÉMAIL. — LES VERRES FILIGRANÉS ET RUBANÉS. — LES PRESSE-PAPIERS EN *millefiori* ET LES BAGUETTES D'ÉMAIL POUR LA PRÉPARATION DES *millefiori*. — LE VERRE FILÉ. — LE VERRE DÉPOLI ET LE VERRE MOUSSELINE.

En classant toutes les espèces de verre en *verre à bouteilles*, *verre à vitres*, *verre à glaces*, *verre de Bohême* et *cristal*, nous avons pris pour base les branches actuelles de l'industrie du verre et du cristal ainsi que la composition chimique de ces substances. Pour donner cependant une idée exacte et un aperçu complet de l'état présent de l'industrie du verre, industrie excessivement variée dans ses détails et dans ses ressources, nous réunirons sous le nom de *verres travaillés*, une nombreuse série de produits que la mode et l'usage ont consacrés dans ces derniers temps, et qui ne laissent pas que de tenir une grande place dans les opérations du verrier. Ces verres de fantaisie sont : le *verre opale*, le *verre d'albâtre*, le *verre craquelé*, le *verre filigrané et rubané*, le *verre filé*, l'*émail*, le *verre dépoli*, le *verre mousseline*, enfin, les *millefiori* ou serre-papiers à l'italienne.

Verre opale. — Ce produit, le seul que l'on connût en France, il y a quarante ans, pour fabriquer les objets en verre de fantaisie, se fabrique en ajoutant au verre fondu 10 pour 100 de son poids d'os calcinés ou de phosphate de chaux. Le phosphate de chaux, interposé dans la masse du verre, lui donne un aspect laiteux, avec les reflets rougeâtres de l'opale.

Verre d'albâtre. — Le verre d'opale a été remplacé, de nos jours, par ce verre de fantaisie, qui se fabrique, avec ou sans oxyde de plomb. Le *verre d'albâtre* n'est autre chose qu'une espèce de verre trouble, et dont le trouble n'est ni laiteux ni opalin, mais grenu, ce qui lui donne l'aspect de l'albâtre. Ce verre, qui présente à l'œil un effet fort agréable, sert, en particulier, pour produire les effets de turquoises dans la cristallerie de luxe ; mais il est très-difficile à obtenir, attendu qu'il fond très-aisément blanc.

On avait attribué le trouble qui caractérise le *verre d'albâtre* à ce que le verre n'était pas encore chimiquement formé, et retenait du carbonate de potasse à l'état de non-combi-

naison qui causait son opacité. Un chimiste allemand, M. Stein, s'est convaincu que cette explication est erronée, et que le trouble de ce produit céramique est dû non au carbonate de potasse, mais au grand excès de silice que ce verre renferme. Cet excès de silice n'entre pas en combinaison avec les autres éléments du verre, malgré le temps considérable que l'on emploie à la fusion; restant libre au sein de la masse, il produit l'opacité particulière si recherchée par les amateurs de cristaux.

En soumettant à l'analyse chimique un échantillon de ce produit, qui provenait d'une fabrique de Dresde, M. Stein l'a trouvé formé de :

Silice	79,4
Potasse	16,8
Chaux	2,8
Acide phosphorique	1,0
	100,0

L'acide phosphorique est, dans ce produit, à l'état de phosphate de chaux.

Il entre, comme on le voit par la formule de M. Stein, un peu de terre d'os dans le mélange; néanmoins, la présence du phosphate de chaux n'est nullement essentielle pour produire ce verre de fantaisie.

Voici, d'après M. Flamm, une recette pour obtenir le verre d'albâtre (1).

On prend :

Sable blanc	100 kilog.
Potasse purifiée	30 —
Chaux éteinte	13 —
Sel de nitre	1 —
Sel de cuisine	1,5 —
Arsenic	0,250
Oxyde d'étain	1 —

« Après avoir fondu le verre, on le surprend par l'eau, dit M. Flamm, on le moud, on le refond de nouveau, en n'élevant pas trop la chaleur, et on le souffle promptement.

« Toute autre composition fusible de verre blanc, traitée de cette manière, produit du verre *pâte de riz*. »

(1) *Le Verrier du XIXe siècle*, p. 390.

Verre craquelé. — Le verre ou le cristal *craquelé*, qui peut être blanc ou coloré, présente dans sa masse des dessins irréguliers, qui peuvent être de la même couleur ou d'une couleur différente.

On prépara d'abord avec cette curieuse variété de verre, des seaux pour contenir les bouteilles que l'on frappait de glace. Le *craquelé* imite, en effet, de petits glaçons qui seraient répartis à l'intérieur du verre. Comme ce produit trouva beaucoup de faveur, on l'appliqua ensuite à fabriquer, outre les seaux à rafraîchir le vin de Champagne, toutes sortes de vases en cristal ou en verre.

La fabrication du verre *craquelé blanc* a été longtemps le privilége des verriers de Bohême et de ceux de Venise. Aujourd'hui, on l'obtient partout, par suite de la connaissance du procédé de sa fabrication, qui est le suivant.

On retire du creuset une certaine quantité de verre ou de cristal, blanc ou coloré, et on promène la *paraison* sur une plaque de fer, que l'on a parsemée d'avance, de verre blanc ou coloré, concassé en fragments plus ou moins petits et irréguliers. Ces fragments adhèrent à la masse vitreuse. Alors on réchauffe la pièce, on la roule sur le marbre, et on la souffle. Puis on façonne la masse soufflée, pour en faire des objets ordinaires de verrerie.

Le verre en fragments doit être de la même nature que celui de la paraison, sans cela l'objet se casserait.

D'après M. Bontemps, on obtient un verre non pas *craquelé*, mais seulement *fendillé*, en « plongeant rapidement dans l'eau froide la canne chargée de verre; l'extérieur se glace et se fendille en tous sens. »

Émail. — L'émail est un verre opaque dont nous devons parler ici, à cause de son usage dans les variétés de verre travaillé que nous aurons à énumérer plus bas.

C'est l'oxyde d'étain qui, uni à la silice,

donne l'*émail*, c'est-à-dire le *silicate d'étain*, substance opaque et très-fusible, dont les emplois sont immenses dans l'industrie générale des poteries.

La préparation des émaux est tout un art dont nous ne pourrons signaler ici que les principes généraux.

« L'émail, dit M. Péligot, dans ses *Leçons sur la verrerie* (1), est un verre très-plombeux, très-fusible. Il est employé pour recouvrir les plaques de cuivre ou de fer, pour les cadrans de pendule et de montre ; on en fait des tubes, des perles, etc. ; il entre dans la fabrication des verres doublés ou triplés. Les abat-jour des lampes sont ordinairement en cristal doublé d'émail.

« On s'en sert également pour émailler la poterie de fer.

« L'un des procédés pour préparer l'émail consiste à faire brûler à l'air un alliage formé de 15 parties d'étain et de 100 de plomb. On obtient ainsi une sorte de potée d'étain qu'on pulvérise, qu'on délaye dans l'eau, et dont on recueille, par décantation, les parties les plus ténues : c'est ce qu'on appelle la *calcine*.

« On fond dans un creuset 200 parties de *calcine* avec 100 de sable et 80 de potasse purifiée.

« Voici l'analyse de trois échantillons d'émail :

	1.	2.	3.
Silice	31,6	36,0	30,0
Potasse	8,3	6,0	20,0
Oxyde de plomb	50,3	53,0	40,0
Oxyde d'étain	9,8	2,0	10,0
Acide arsénique	»	3,0	»
	100 »	100,0	100 »

« Voici en outre la composition d'un mélange d'émail et de fondants pour les cadrans de pendules. On prend :

Émail blanc (échantillon n° 3)	44
Sable blanc	25
Minium	25
Nitre	4
Cristal ordinaire	4
	100 »

Verres filigranés et rubanés. — Les objets en verre présentant à l'intérieur des dessins, des lignes de différentes couleurs, qui alternent régulièrement entre eux, furent longtemps le privilége des verriers de Venise. Cette industrie florissait surtout au XVe siècle. Bientôt on imita, en Bohême, ces vases de verre à dessins colorés intérieurs. De nos jours, M. Bontemps a doté l'industrie française de ces produits, en en fabriquant de grandes quantités, et faisant connaître avec beaucoup de libéralité tous les détails des opérations, que les ouvriers vénitiens et bohèmes avaient si longtemps tenus secrets.

Voici comment se fabriquent les objets de verre ornés de dessins intérieurs nommés *filigranes*, en France, *millefiori* en Italie, *reticulated* en anglais, *gesponenes* en allemand.

On commence par préparer un assortiment varié de tubes pleins en cristal coloré et en émail, tubes pleins qui contiennent, à l'intérieur, un dessin régulier. Supposons, par exemple, que l'on veuille faire un tube bleu en émail, et que l'on désire que la section de ce tube représente une étoile blanche. On prend un moule plat en fonte, dans lequel on a gravé en creux une étoile. On fait tomber dans le creux de ce moule, préalablement chauffé, une petite quantité d'émail blanc, qui remplit le creux et prend la forme de l'étoile. Alors on retire le tout du moule. Sur cet émail blanc représentant une étoile, on applique une masse de verre ou de cristal bleu, et de cette manière l'étoile d'émail blanc est englobée au milieu d'une masse de cristal bleu.

Cette espèce de cylindre bleu contenant l'étoile blanche au centre, est réchauffé à l'ouvreau du four, roulé sur le marbre, en un cylindre bien régulier, et enfin étiré en un long tube.

Pour étirer ce cylindre en tube, deux ouvriers appliquant chacun un *pontil* à chaque extrémité du cylindre, s'éloignent rapidement. Le cylindre se trouve à l'instant changé en un tube de 10 à 15 mètres de longueur. Seulement ce tube n'est pas creux, comme ceux que l'on produit dans les verreries pour l'usage des labora-

(1) *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, p. 537.

toires. Il est entièrement plein, et au lieu du vide que présentent les tubes des laboratoires, il renferme, au centre, une étoile en émail. L'étoile est de petite dimension, mais elle est la réduction exacte de la grosse étoile que contenait le moule creux dans lequel on a coulé primitivement l'émail.

Ce tube plein, formé de cristal bleu à l'extérieur et d'une étoile blanche à l'intérieur, est coupé en petites portions, et constitue ce que l'on nomme les *baguettes d'émail*. Leur section présente un contour bleu de cristal et une petite étoile blanche d'émail.

Si, au lieu d'une étoile, il y avait dans le moule creux un simple cylindre, on aurait, en opérant ainsi, une baguette qui contiendrait au centre une section cylindrique d'émail blanc.

Si, en étirant le tube, les ouvriers lui ont imprimé une torsion sur lui-même, au lieu d'avoir un cercle d'émail blanc, on aura une section elliptique filigranée, rubanée, etc. Le dessin produit à l'intérieur de la baguette conservera la disposition qu'on avait donnée à l'émail dans le moule.

C'est avec ces baguettes de cristal, émaillées à l'intérieur, que l'on fabrique les vases dits *filigranés*. Pour cela, on les coupe à la longueur de quelques centimètres, on les assortit et on les range verticalement en nombre convenable, les uns près des autres, sur une plaque en terre, pourvue d'un rebord, et que l'on a, d'avance, frottée avec de la chaux, pour éviter l'adhérence. Alors on coule sur la plaque où sont dressées verticalement les baguettes, une certaine quantité de cristal fondu. Les baguettes sont ainsi enfermées dans l'espèce de cylindre que forme alentour le cristal.

C'est cette masse de cristal contenant les baguettes, qui sert à la fabrication des vases filigranés. Ces vases se font comme à l'ordinaire. L'ouvrier présente la *paraison* à l'*ouvreau* du four, la ramollit, la souffle, et en prépare, d'après le procédé habituel, des vases, des flacons, des verres d'eau, qui montrent à l'extérieur les dessins réguliers que les baguettes figuraient dans la masse de verre qui a été soufflée par la canne.

Les *serre-papiers*, qui contiennent en leur milieu, et sous une couche épaisse de cristal, (fig. 95) le dessin régulier d'un bouquet, d'une fleur (d'où leur nom italien de *millefiori*) ou d'un objet analogue se fabriquent comme il suit.



Fig. 95. — Serre-papiers en cristal avec *millefiori*.

On se procure plusieurs tubes d'émail qui contiennent à leur centre les dessins d'une fleur, d'une feuille, formant un quadrillage régulier aux couleurs voyantes. Avec une hachette, on coupe ces baguettes, de manière à avoir une section qui représente la fleur ou le bouquet, résultant de l'assemblage de plusieurs de ces fleurs, et l'on pose verticalement cet ensemble de baguettes sur un disque épais en fonte. Alors on entoure les baguettes d'une couche de cristal fondu, ou d'une *paraison* de cristal, qui relie ensemble toutes ces baguettes. Puis, avec une nouvelle *paraison* de cristal, on recouvre la partie supérieure des tubes d'une autre masse de verre, que l'on arrondit un peu avec une spatule concave en bois, mouillée. Enfin on enlève le disque de fonte sur lequel tout cela repose, et on le remplace par une couche de cristal, ramolli par la chaleur. Le bouquet de fleurs est ainsi enfermé

de toutes parts dans une masse de cristal transparent, qui les laisse apercevoir à sa base.

Pour donner au presse-papiers sa forme exactement demi-sphérique, on le réchauffe à l'*ouvreau*, et avec une spatule concave de bois humectée d'eau, on lui donne sa forme définitive. Il n'y a plus qu'à le porter dans le four à recuire.

Par le même moyen, mais sans employer de tubes émaillés, on prépare des *serre-papiers* qui contiennent à leur base des photographies sur émail, par conséquent inaltérables au feu, ainsi que des bas-reliefs galvanoplastiques, argentés, qui n'ont rien à craindre, par conséquent, de la chaleur qu'ils doivent subir par le contact du cristal ramolli par le feu.

On fait aussi des serre-papiers en cristal, contenant des corps qui ne supporteraient pas l'action de la chaleur, tels que des montres, des thermomètres, etc.; mais le procédé est ici tout différent. L'objet altérable par la chaleur, et qui ne pourrait sans se détruire être mis en contact avec le cristal brûlant, est simplement logé dans une cavité que l'on a ménagée en taillant exprès le dessous de la masse du cristal. A cet effet le support du presse-papiers est composé d'un morceau de carton ou de bois, sur lequel repose l'objet que le cristal enveloppe.

Il ne faut pas confondre ce dernier et grossier artifice avec celui des véritables presse-papiers à l'italienne. Nos artistes français qui ont emprunté ce dernier produit aux anciens Vénitiens, l'ont porté à un véritable degré de perfection.

Verre filé. — Si les *millefiori*, autrefois inconnus en France, sont devenus, de nos jours, à la mode, au contraire le *verre filé*, une des grandes curiosités des deux derniers siècles, a perdu toute faveur, et ne se voit plus maintenant que chez les marchands de curiosités.

L'art de réduire le verre en fils plus déliés qu'un cheveu, et de tresser des objets d'art, qui se vendaient à des prix fabuleux, florissait en Europe à l'époque de la Renaissance. On obtenait ces fils de verre blanc ou de couleur, en étirant à la lampe d'émailleur un tube de verre, blanc ou coloré. Quand le tube était ramolli par le feu, le *fileur de verre* l'étirait en un fil d'un mètre environ, en tenant une des extrémités avec une petite pince. Ensuite il attachait la petite pince à laquelle était fixé le bout du verre un peu étiré, à une petite roue en tôle, mise en mouvement par un homme. Alors, le tube étant toujours maintenu au rouge par son extrémité placée dans la flamme de la lampe d'émailleur, et la roue tournant toujours, le tube continuait d'être étiré, *filé*. Les *fils de verre* ainsi formés s'enroulaient autour de la gorge de la roue, comme le coton s'enroule sur un écheveau. Rien de plus curieux que cette opération, dans laquelle on voit le verre, filé comme le chanvre ou la laine, produire des fils d'une prodigieuse finesse et d'une longueur indéterminée.

Avec ces fils de verre on peut faire de véritables tissus. On entrelace ensemble des fils de soie et de verre, et l'on obtient des étoffes dont les reflets sont chatoyants au plus haut degré.

C'est avec les mêmes fils de verre que l'on obtient ces aigrettes fines, souples, déliées, que les dames plaçaient autrefois dans leurs cheveux ou sur leurs chapeaux ; et même ces perruques, grises ou noires, que l'on trouve encore dans quelques cabinets de curiosités, et qui avaient cela d'extraordinaire, qu'on les frisait au fer, comme les cheveux naturels !

C'est avec le verre filé que l'on fabriqua autrefois, en Italie, des chefs d'œuvre d'art et de peinture qui existent encore dans les musées et les galeries, et qui font l'admiration des touristes et des visiteurs. Tel était, par exemple, le petit vaisseau de verre filé et

tordu que le riche banquier allemand Fugger offrit à Charles-Quint, à Augsbourg.

Une des merveilles du verre filé se voit encore au Conservatoire des arts et métiers de Paris, dans la salle consacrée aux produits de la verrerie. C'est un lion, de grandeur naturelle, qui, hérissant sa crinière de verre filé, écrase, de sa patte de verre tordu, un serpent en verre coulé. Cet objet de patience et d'art coûta trente années de travail à son auteur, M. Lambourg.

Maintenant, pour aller au bout de nos *Merveilles de l'industrie du verre*, nous dirons que ces tubes si fins, si déliés, plus fins et plus déliés que des cheveux, contiennent pourtant encore dans leur intérieur, la perce ou l'orifice du tube primitif. Ils ne sont jamais pleins, quelle que soit la ténuité de leur diamètre. Voici ce qu'on lit dans le *Dictionnaire technologique :*

« Quand on étire un tube de verre creux, le trou se conserve quelle que soit la finesse du fil. M. Deuchar a pris un morceau de tube de thermomètre, dont le diamètre intérieur était très petit, et l'a tiré en fils ; la roue dont il s'est servi avait 3 pieds de circonférence, et comme elle faisait cinq cents tours par minute, on obtenait 30,000 mètres de fil par heure, en sorte que le fil était d'une finesse extrême, et que son diamètre intérieur était à peine calculable. Ce fil était creux, car étant coupé par morceaux d'un pouce et demi de longueur, et placé sur le récipient d'une machine pneumatique, un bout en dedans, l'autre en dehors, il laissa passer le mercure en petits filets brillants lorsqu'on fit le vide (1). »

Verre dépoli et verre mousseline. — Les vitres cannelées qui laissent entrer le jour dans une pièce d'appartement sans permettre de voir du dehors l'intérieur de cette pièce, sont d'un assez grand usage, mais ils n'ont pas le cachet d'élégance que l'on recherche généralement. Aussi leur substitue-t-on souvent aujourd'hui les carreaux de *verre dépoli*.

Le *dépoli* peut s'obtenir en frottant la vitre avec du grès en poudre très-fine délayé dans l'eau ; mais on préfère recouvrir d'une peinture d'émail, que l'on prépare et que l'on applique comme il suit.

On prend de l'émail blanc et on le broie aussi fin que possible ; puis on le délaye à l'essence. Au moyen d'un pinceau ou d'une brosse on applique sur la vitre une première couche consistant en poudre d'émail, seulement délayée dans l'eau, et quand elle est sèche, on applique une couche d'émail à l'essence. Les feuilles de vitres ainsi recouvertes d'émail sont introduites dans un four à recuire ou exposées au feu de moufle. L'émail fond et constitue sur la vitre, une couche demi-opaque, qui est d'un effet très-heureux.

Au lieu d'un vernis d'émail uni, si l'on veut obtenir des dessins réguliers formés par la transparence du verre, c'est-à-dire les verres dits *mousseline* (par comparaison avec le tissu de la mousseline), on opère comme il suit. Quand la couche d'émail uniforme est étalée sur la feuille et qu'elle est bien sèche, on applique par-dessus une plaque de laiton mince, percée à jour, de manière à figurer le dessin que l'on veut produire ; puis, avec une brosse dure, que l'on promène sur cette plaque percée, on enlève l'émail dans les points restés à jour. On répète ce brossage sur toute la vitre, en appliquant plus loin la plaque de laiton percée, suivant des points de repère qu'on a disposés d'avance, de façon que le dessin se suive et se raccorde. On frotte de nouveau avec la brosse pour enlever l'émail ; et de cette manière on produit un dessin régulier sur la surface entière du verre. On enlève avec une barbe de plume la poudre d'émail détachée par ce grattage, et on porte la pièce au four.

Si l'on veut faire des vitres de verre mousseline, avec une teinte rosée, bleue, etc., on emploie, au lieu d'un émail blanc, un émail coloré.

(1) Tome 22, p. [illegible], in-8. Paris, 1835.

CHAPITRE XVIII

IMITATION DES PIERRES PRÉCIEUSES AVEC LE VERRE. — LE DIAMANT ET LE JAIS. — L'ÉCRIN DU LAPIDAIRE. — LES COLLIERS DE VERRE. — LES PERLES DE VENISE ET LES FAUSSES PERLES.

Le cristal blanc, ou coloré par des oxydes métalliques, permet d'imiter le diamant et les principales pierres précieuses. C'est ce que l'on comprendra si l'on considère que le cristal jouit d'une énorme puissance de réfraction de la lumière. Quand on examine les jeux de la lumière si richement et si vivement décomposée à travers les cristaux et pendeloques qui environnent un lustre de Baccarat ou de Saint-Louis, on s'explique fort bien que le cristal puisse servir à imiter le diamant, substance qui a pour caractère le plus précieux son extraordinaire pouvoir de dispersion de la lumière. On s'explique également que le cristal coloré puisse servir à imiter les pierres précieuses qui joignent à la propriété de décomposer la lumière, le privilége des plus brillantes et des plus séduisantes couleurs.

Imitation du diamant. — C'est le cristal incolore qui sert à imiter le diamant, mais c'est un cristal d'une composition particulière. Il renferme plus de la moitié de son poids de minium, ou oxyde de plomb. C'est à cet énorme excès de plomb qu'est dû le grand pouvoir réfringent de cette variété de cristal.

On appelle *strass*, du nom de l'artiste anglais Strass, qui le fabriqua le premier, le cristal contenant un excès d'oxyde de plomb, et qui sert à imiter le diamant. M. Dumas, ayant analysé un échantillon de *strass* fabriqué par M. Donault Wieland, lui trouva la composition suivante sur 100 parties :

Silice	38,2
Oxyde de plomb	53,0
Potasse	7,8
Alumine	1,0
Borax	traces.
Acide arsénique	traces.

Le *strass* a toute la vivacité des feux du diamant; de sorte qu'il est impossible de le distinguer de cette pierre précieuse quand on se borne à examiner son pouvoir réfringent et son effet à la lumière. Mais on le reconnaît en un instant à son défaut de dureté. Le *strass* est si tendre qu'il est rayé par toutes les pierres précieuses naturelles, et même par le verre, et par un cristal moins plombifère que lui-même. Sa densité est de 4, tandis que celle du diamant n'est que de 3,5.

Quand on ajoute au *strass* certains oxydes métalliques, on le colore, et, suivant la coloration obtenue, on imite les pierres précieuses les plus estimées et les plus recherchées; on reproduit à peu de frais l'écrin du lapidaire.

Pour obtenir la *topaze artificielle* on fond 1,000 de *strass* blanc avec 40 de verre d'antimoine et 1 de pourpre de Cassius (oxyde d'or); le rubis, avec le même verre longtemps chauffé et contenant un peu plus d'or; l'*émeraude*, avec 1,000 de *strass* incolore, 8 d'oxyde de cuivre et 0,2 d'oxyde de chrome; le *saphir*, avec 1,000 de *strass* et 25 d'oxyde de cobalt; l'*améthyste*, en fondant 1,000 de strass avec 8 d'oxyde de manganèse, d'oxyde de cobalt et 0,2 de pourpre de Cassius.

L'*aventurine*, ce minéral si curieux par les cristallisations à l'aspect métallique qui remplissent sa substance, s'est longtemps dérobée à toute imitation. D'après un travail de Pelouze, publié en 1865, on peut imiter l'aventurine en fondant 250 parties de sable, 100 de carbonate de soude, 50 de carbonate de soude et 40 de bichromate de potasse. On avait cru que le cuivre métallique ou l'oxyde de cuivre était nécessaire pour reproduire les belles aventurines que fabriquaient les Vénitiens; mais les analyses de Pelouze ont



Fig. 96. — Pectoral, ou collier égyptien en verre coloré (du Musée du Louvre).

prouvé que l'oxyde de chrome est la véritable substance colorante de ce minerai précieux, et la recette publiée par ce chimiste permet de l'imiter exactement.

Maintenant, si l'on est curieux de savoir comment le strass blanc et coloré doit être taillé et monté pour imiter les pierres précieuses, nous demanderons ces renseignements à l'auteur d'un ouvrage spécial *l'Art du lapidaire* par M. Lançon (1) ..

« Avec un marteau tranchant, dit M. Lançon, on fend en morceaux de la grosseur des pierres qu'on veut établir, les blocs de strass et autres compositions; on les arrange ensuite, pour les pierres à taille à *brillant* rond et ovale, pour celles à *roses*, à *dentelles* et à *huit pans* sur une plaque en tôle appelée *fondoir*, étendue sur le fond de tripoli réduit en poudre, ou d'une autre terre argileuse; pour les pierres plus grandes, on se sert d'un *fondoir* en terre réfractaire; on le dépose dans un petit fourneau chauffé avec du charbon ou du bois, ou sur un brasier que l'on entretient. La fusion commencée, on retire le fondoir, et les pierres sont arrondies ou plus faciles à tailler. Le lapidaire choisit celles qui jettent le plus d'éclat, qu'il cimente à des *bâtons*.

« On taille les pierres artificielles, auxquelles on donne indistinctement les tailles à brillants ronds ou ovales, à roses, en carrés, à dentelles, à huit pans, à chatons, etc., sur une roue de plomb, avec de l'émeri; le poli s'en fait sur une roue d'étain, avec de bon tripoli délayé dans de l'eau. La machine dont les lapidaires de Paris et ceux de Lepruencel font usage pour tailler et polir les pierres précieuses et les pierres artificielles, est composée d'une table à rebords, sur quatre pieds solidement assemblés. Elle est divisée transversalement par une petite cloison percée de trous perpendiculaires qui servent à recevoir les *entes* (bâtons), au bout desquelles on cimente les pierres que l'on veut tailler ou polir. »

(1) Page 291, in-12.

Jais. — On appelle *jais naturel* ou *jaïet* un minerai composé d'une matière organique à demi carbonisée, et qui ressemble beaucoup au lignite, qui n'est même qu'une variété de lignite.

Le *jaïet* était consacré, chez les anciens, à tailler des coupes, des bagues et des objets d'ornement. La statue de Ménélas, qui existait dans le temple d'Héliopolis, en Égypte, et qui fut transportée à Rome du temps de l'empereur Tibère, était en jaïet.

Le jaïet a été imité de bonne heure au moyen du verre noir. Chez les anciens Égyptiens eux-mêmes, cette imitation était déjà en grande faveur. Ces colliers noirs, verts, bleus, etc., qui entraient dans la parure des Égyptiens, que les archéologues modernes appellent des *pectoraux* (fig. 96) et dont les échantillons, trouvés dans les tombeaux, sur les sarcophages, se voient en grand nom-

bre dans notre Musée Égyptien du Louvre, sont composés de petits tubes de verre de couleur, coupés et rapprochés de manière à composer un collier. Les femmes égyptiennes formaient avec ces tubes de verre de couleur de charmants colliers, grâce à l'art merveilleux avec lequel elles savaient en assortir les couleurs sur leur brune poitrine.

Le *jaïet*, ou *jais artificiel*, formé de petits tubes de verre un peu arrondis à leur extrémité et servant à composer des passementeries pour la toilette, n'a jamais cessé, depuis les anciens, d'être fabriqué par l'industrie européenne. Voici ce qu'on lit dans un volume intitulé la *Verrerie*, par M. Sauzay, conservateur-adjoint au Musée du Louvre :

« Nous allons prouver que les broderies en jais, telles qu'on les fait aujourd'hui, loin d'être une innovation, ne sont qu'une pâle et économique imitation des modes passées.

« En effet, Savary écrivait, en 1723, dans son *Dictionnaire universel du commerce* : « C'est avec le jais factice coupé et percé qu'on enfile dans de la soie ou du fil, que l'on fait des broderies d'un assez bon goût, mais très-chères, qui servent particulièrement aux ornements d'église. On en fait aussi des garnitures de petit deuil pour hommes et pour femmes, et quelquefois des manchons, des palatines et des *chamarrures de robes*. Pour ces derniers, le jais qu'on emploie à ces ouvrages est blanc et noir, mais de quelque couleur qu'il soit, il est d'un très-mauvais user. »

« De ces paroles on aurait tort d'arguer que l'usage des broderies en jais ne remonte qu'à l'époque indiquée par Savary, car le XVIIIe siècle, tout aussi bien que le nôtre, vivait des morts, dont il ressuscitait les inventions. Pour la question qui nous occupe, un seul exemple entre mille le prouvera. En effet, ouvrons l'inventaire dressé après la mort de Gabrielle d'Estrées (1599), et nous y trouverons la preuve que déjà le jais était de mode. « Cinq petits bonnets de satin noir dont deux en broderie de jetz, un tout plein — une robe de satin noir en bordure de jetz par tout le corps et les manches ouvertes, prisée quarante écus (1). »

Le *jaïet* si répandu aujourd'hui dans l'art de la passementerie, et qui entre dans la parure des femmes chez toutes les nations, n'est autre chose qu'un assemblage de verres noirs. On le fabrique comme il suit.

Le verre noir se prépare en ajoutant aux éléments ordinaires du verre à vitres, un mélange d'oxydes de cuivre, de fer et de cobalt, et étirant, avec ce verre, des tubes d'un faible diamètre intérieur. Ces tubes une fois obtenus, on les coupe en cylindres assez petits pour que leur hauteur égale leur diamètre. Pour arrondir les deux extrémités de chacun de ces petits tubes, sans boucher leur canal, on jette les petits tubes dans un récipient de fer qui contient un mélange pulvérulent d'argile, de poussier de charbon, de plâtre et de graphite, toutes substances qui ne s'altèrent pas par la chaleur. On agite les tubes au milieu de cette poussière minérale, qui remplit bientôt leur canal intérieur. Alors on porte le tout dans un four de verrier, en ayant soin d'agiter toujours le mélange. La chaleur ramollit le verre ; les extrémités des tubes fondent en partie, et en frottant les unes contre les autres, elles usent leurs parties saillantes et prennent une forme bombée ou demi-sphérique. La matière pulvérulente qui remplit chacun de ces tubes maintient leur forme et empêche le trou de se boucher. La poudre qui les environne les sépare, les isole et les empêche de se coller ensemble par leur ramollissement.

Quand le tout s'est refroidi, on le place sur un tamis à toile métallique, pour séparer les tubes ou grains de jais de la poudre qui les enveloppe, et faire tomber celle qui est restée à leur intérieur.

L'opération se termine par le *polissage*, qui s'obtient en secouant les tubes de jais dans un sac contenant du sable, puis dans un autre qui contient du son. Ce frottement leur rend le poli et l'aspect brillant que leur avait fait perdre l'action du feu.

Perles de verre et grains de collier. — La description minutieuse que nous venons de donner de la préparation des tubes noirs qui

(1) 2e édition, 1869, chez Hachette, p. 181.

constituent le *jais*, fera parfaitement comprendre la fabrication des grains de verre de couleur destinés à former des colliers. Ce genre de produit fut longtemps le privilége de Venise, et il s'est conservé jusqu'à nos jours, dans cette ville, comme le dernier vestige de son ancienne industrie. Quand nous visitâmes Venise, en 1865, nous étions très-empressé de parcourir les célèbres verreries et fabriques de miroirs de Murano. Hélas! de ces ateliers si nombreux et si renommés, qui occupèrent, au XVIe siècle, jusqu'à trois mille ouvriers, et d'où sont sorties tant d'œuvres admirées et précieuses, pas un seul n'existait! Tout ce qu'on put nous montrer, et tout ce qui subsiste encore dans la Venise moderne, de l'art qui fit autrefois sa richesse et sa gloire, ce sont trois ou quatre pauvres fabriques, éparses dans la petite île de Murano, où se confectionnent les grains de verre de couleur, objet encore recherché pour le commerce de la côte de Guinée. La cité de Venise, si fière de son industrie, et qui avait le monde entier pour tributaire, en est aujourd'hui à s'estimer heureuse de trouver le débouché de ses produits chez les pauvres nègres du Congo!

Quoi qu'il en soit, voici comment, dans les deux ou trois fabriques actuelles de Murano, on opère pour la fabrication de ces grains de verre coloré destinés à former des colliers de verroterie pour l'exportation, et que l'on nomme *perles de Venise*, ou *perles de couleur*.

On prépare le verre à la manière ordinaire, en le colorant en rouge, vert ou bleu, avec les oxydes métalliques appropriés. Ensuite on étire des tubes que l'on coupe, au diamant, à la longueur d'environ 70 centimètres. Alors commence le travail de l'ouvrier perlier.

A l'aide d'un couteau qui se meut verticalement et qui est fixé par une charnière, au bord d'une table, la *margaritarza* coupe le tube en morceaux juste aussi grands que son diamètre intérieur. Les morceaux tombent dans un baquet, qui contient un mélange de poussière de charbon et d'argile. Quand le baquet est plein, on porte son contenu dans un cylindre de fer, de forme ovale, bien fermé, et qui repose sur un fourneau allumé. La caisse de fer rougit par l'excès de chaleur, et on la retourne sans cesse sur le feu, au moyen d'une manivelle et d'un axe qui la traverse de part en part. Les tubes perdent ainsi leurs aspérités, leurs extrémités se ramollissent. Quand on les retire du cylindre chaud, il ne reste plus qu'à les séparer de la poussière d'argile et de charbon, et à les polir dans un sac contenant du sable, puis dans un autre contenant du son.

Les perles ainsi obtenues sont des grains colorés percés d'un trou; mais ils n'ont pas tous la même grosseur. Pour les classer selon leur volume, on les passe à travers des cribles dont les trous sont de différents diamètres.

On les livre alors à des femmes, qui les enfilent par petits colliers de 15 à 16 centimètres de long, et qui, en cet état, sont livrés au commerce.

Les perles pour l'usage de la broderie se fabriquent de la même manière; seulement les grains sont beaucoup plus petits, et exigent plus de précaution dans le travail.

Imitation des perles fines. — L'industrie de l'imitation des perles fines est toute différente de celle de la fabrication des grains de verroterie de couleur destinés à former des colliers. Cette fabrication ne se fait pas dans les verreries, mais à la table d'un simple émailleur ou souffleur de verre. Elle n'est pas d'origine ancienne, car elle ne remonte pas au delà du XVIIIe siècle. Enfin elle est essentiellement française, car elle fut inventée, dans son principe essentiel, par un fabricant de Paris.

On appelle *perle fine* ou *perle naturelle*, un grain irrégulier de matière nacrée, que l'on trouve sous le manteau ou dans la chair d'un mollusque, l'*Huître perlière*, ou *Pintadine*, que les naturalistes désignent sous le

nom de *Pintadine mère-perle* (*Meleagrina margaritifera*). La formation d'une perle à l'intérieur de l'huître est le résultat d'une maladie de ce mollusque (1). L'aspect nacré, chatoyant, étincelant à la lumière artificielle, qui est propre aux perles fines, et qui fait leur prix excessif, a défié longtemps l'art des lapidaires qui voulaient imiter ce produit naturel. Ce fut un ouvrier ou un fabricant de Paris, nommé Jacquin, qui, au milieu du siècle dernier, fit cette étrange découverte que la substance nacrée qui parsème les écailles de l'*ablette*, poisson de rivière gros comme le petit doigt, est susceptible, d'abord d'imiter à s'y méprendre l'effet chatoyant et lumineux de la perle naturelle, ensuite de se conserver indéfiniment, et de se prêter ainsi de toutes manières à l'imitation des perles fines.

L'industrie créée par Jacquin, le *patenôtrier*, a pris de nos jours beaucoup de développement. Elle occupe à Paris un nombreux personnel d'ouvriers et ouvrières. Voici de quelles opérations successives elle se compose.

C'est à la lampe d'émailleur que se prépare d'abord le petit globule de verre qui doit devenir la fausse perle. A cet effet, l'ouvrière, assise à sa table, devant la lampe d'émailleur, prend des tubes de verre blanc de 30 centimètres de long et d'un diamètre d'environ 8 millimètres. Elle commence par étirer ce tube de manière à réduire son diamètre à la dimension que doit avoir la perle; puis elle casse ce tube fin en très-petits fragments (de 10 à 15 centimètres). Elle prend alors un de ces petits tubes, fond l'une de ses extrémités au dard de sa lampe (fig. 97), et souffle à cette extrémité, une boule qui sera la perle fausse. Pour imiter les bosselures, les irrégularités de la perle naturelle, qui n'est jamais exactement sphérique, il faut frapper légèrement la table avec la boule de verre encore ramollie par la chaleur; — on produit ainsi quelques méplats destinés à imiter la nature. Enfin on coupe le tube au point où commence la boule de forme irrégulièrement sphérique que l'on vient d'obtenir.

Une bonne ouvrière peut faire dans sa journée 300 de ces perles, elles lui sont payées à Paris 2 fr. 50 le cent. Le remplissage et la coloration des perles sont confiés à d'autres femmes.

L'ouvrière chargée de ce travail a devant elle une série de compartiments, contenant des milliers de perles classées suivant leur grosseur, et posées de manière à laisser apparaître l'orifice. Elle commence par enduire l'intérieur du globule de verre d'une légère couche de colle de gélatine chaude; puis elle prend un tube creux et effilé, et le trempe dans une pâte demi-liquide, qui n'est autre chose que la matière blanchâtre, que l'on a obtenue en raclant les écailles de l'ablette. En soufflant par un bout dans ce tube, qui porte une certaine quantité de pâte d'ablette, et introduisant l'extrémité effilée du tube dans l'orifice du globule de verre, déjà enduit de colle, l'ouvrière y fait pénétrer une certaine quantité de la matière colorante. Enfin une goutte de colle de gélatine ferme la perle, quand elle ne doit pas être employée à former des colliers, et qu'elle doit être montée en parure.

Si les grains de ces perles fausses sont destinés à former des colliers, il faut qu'ils aient deux orifices en regard l'un de l'autre. C'est le souffleur de verre qui a livré les grains selon la forme nécessaire. Dans ce dernier cas, il a dû pratiquer, par le soufflage, un second orifice à la petite sphère irrégulière qu'il obtenait à la lampe.

Une ouvrière chargée de remplir de matière colorante les perles fausses, peut en produire, dans sa journée, jusqu'à 40,000.

Avant la découverte de Jacquin, on imitait très-mal les perles, en se servant de

(1) Voir sur la pêche des *Pintadines mères-perles* ou des *Huîtres perlières*, et sur l'origine des perles, le volume intitulé *Zoophytes et Mollusques*, p. 314-320 de notre *Tableau de la nature* (in-8 illustré, Paris, 1866, chez Hachette).



Fig. 97. — Ouvrière parisienne soufflant une fausse perle.

mercure pour remplir les petites boules de verre. Le mercure, métal très-dangereux à manier, avait toutes sortes d'inconvénients, et occasionnait des maladies aux ouvrières perlières. La découverte du *patenôtrier* parisien fut donc un bienfait véritable pour toute une catégorie de travailleurs.

CHAPITRE XIX

LE CROWN-GLASS ET LE FLINT-GLASS, OU LA FABRICATION DES VERRES POUR L'OPTIQUE. — HISTOIRE DE LA DÉCOUVERTE DES VERRES ACHROMATIQUES. — EULER ET DOLLOND. — RECHERCHES MODERNES. — TRAVAUX DE GUINAND. — DESCRIPTION DES PROCÉDÉS POUR LA PRÉPARATION DU FLINT-GLASS ET DU CROWN-GLASS. — TAILLE ET POLISSAGE DES VERRES POUR LES LENTILLES ACHROMATIQUES DES TÉLESCOPES ET DES MICROSCOPES. — LES LUNETTES POUR LES PRESBYTES ET LES MYOPES. — COMPOSITION DU VERRE A LUNETTES, MOYEN DE LE TAILLER ET DE LE POLIR.

Flint-glass est un mot anglais qui signifie verre de plomb, *crown-glass* un autre mot anglais qui signifie verre à vitres (littéralement *verre en couronne*, parce que le verre à vitres se prépare en Angleterre, comme nous l'avons dit, par le procédé des plateaux, ou des *couronnes*). Cependant ce serait une

erreur de croire que le cristal ordinaire de nos tables, ou que le verre de nos vitres, puissent remplir l'office du *flint-glass* et du *crown-glass* pour la fabrication des verres d'optique. La composition de ces deux verres diffère de celle du cristal ordinaire et des verres à vitres, par la proportion de l'oxyde de plomb, en ce qui concerne le *flint-glass;* et par la proportion du carbonate de soude et du sable, en ce qui concerne le *crown-glass*. Enfin la fonte de ces deux verres dans le creuset exige une opération particulière, le *brassage*, sans laquelle le *flint-glass* et le *crown-glass* ne pourraient servir à la construction des verres d'optique. C'est ce que l'on comprendra par la suite de ce chapitre.

Le *flint-glass* et le *crown-glass* servent à composer les lentilles *achromatiques* des télescopes et des microscopes; le *crown-glass* seul forme les verres des lunettes de myope et de presbyte vulgairement nommées *besicles*, ainsi que les *conserves*. Nous les examinerons chacun à part.

Verres achromatiques. — Les lentilles de verre décomposent la lumière et produisent sur les images formées à leur foyer des couleurs irisées, qui ne sont autre chose que de petits spectres lumineux résultant de la décomposition de la lumière par les bords de la lentille. On appelle *achromatisme* (de ἀ privatif et χρῶμα, couleur), l'opération qui consiste à corriger ce vicieux effet des lentilles.

L'*achromatisme* parut longtemps un problème insoluble. La lunette astronomique et la lunette de spectacle étaient, depuis un siècle, en la possession des savants et du public, et personne n'avait pu parvenir à faire disparaître ces couleurs irisées qui environnaient les objets vus à travers les lentilles des télescopes et des lorgnettes. On ne croyait pas qu'il fût possible de réfracter les rayons lumineux sans les décomposer du même coup. Newton avait posé en principe que le pouvoir dispersif de la lumière était égal, chez tous les corps, à leur pouvoir réfringent. Or, c'était là une erreur du grand géomètre, et cette erreur avait la malheureuse conséquence de faire considérer comme impossible la réalisation de l'achromatisme.

Ce fut un mathématicien suisse, le célèbre Euler, de Bâle, qui, contredisant les vues de Newton, osa le premier affirmer que l'achromatisme était possible. Euler se disait que Dieu a fait de l'achromatisme, puisqu'il a créé l'œil de l'homme et des animaux, dans lesquels il existe une lentille, le *cristallin*, qui réfracte énormément la lumière, sans que pour cela la lumière soit décomposée, car nous voyons les objets avec leurs couleurs simples. En étudiant l'œil des animaux, Euler avait reconnu que le cristallin est composé de couches de puissance réfrangible variable, et que l'humeur vitrée, à laquelle le cristallin est contigu, a un pouvoir réfringent autre que le pouvoir réfringent du cristallin.

Dans un mémoire célèbre, qui parut en 1747, Euler prouva qu'il serait possible de réaliser l'achromatisme en construisant une lentille ordinaire en cristal, qui serait suivie d'une seconde lentille pleine d'eau, c'est-à-dire d'une lentille réfractant et décomposant la lumière, suivie d'une autre qui, réfractant inversement la lumière, ramènerait dans la direction parallèle les rayons brisés par le premier milieu.

Les opticiens de l'Europe se mirent aussitôt en devoir de vérifier par expérience les vues du mathématicien suisse.

Un seul y réussit. Ce fut un opticien de Londres, nommé Dollond. Confiant dans l'exactitude des expériences de Newton, Dollond avait d'abord critiqué l'opinion d'Euler. Cependant, tenu en garde contre la loi de Newton par les calculs d'un géomètre suédois, nommé Kliengenstiern, Dollond prit plus tard confiance dans la théorie d'Euler, et il se mit à répéter les expériences de Newton. Or, il

trouva ces expériences inexactes. Examinant, en effet, la décomposition de la lumière avec un prisme de cristal et avec un prisme à eau, Dollond constata des déviations différentes. La loi de Newton était donc fausse. Dollond entreprit alors des essais d'achromatisme. Seulement, au lieu de la lentille pleine d'eau dont Euler avait parlé, il prit une lentille de *crown-glass*, c'est-à-dire le verre à vitres, et il l'accola à une lentille de cristal. Il composa ainsi un verre achromatique, c'est-à-dire qui réfractait la lumière sans la décomposer.

Dollond obtint, en 1759, un privilége pour la fabrication des nouvelles lentilles composées de deux substances vitreuses, et il présenta à la *Société royale de Londres*, pendant la même année, une lentille achromatique, dont les effets frappèrent d'étonnement toute l'Europe savante.

On rapporte qu'un autre opticien de Londres, nommé Hall, avait, de son côté, construit des lunettes achromatiques, et qu'il réclama contre le privilége accordé à Dollond. Hall reprochait à Dollond de s'être approprié sa découverte. Hall prétendait que pour empêcher qu'on ne devinât l'usage qu'il faisait de ses lentilles, il en avait confié l'exécution à deux opticiens logés chacun à une extrémité de Londres. Malheureusement les deux opticiens Hall et Dollond faisaient tous les deux tailler leurs verres par le même ouvrier. Dollond trouva par hasard les deux lentilles de verre et de cristal chez cet ouvrier, et ayant reconnu que par leur réunion elles produisaient l'achromatisme, il se trouva ainsi amené sur la voie de sa découverte.

Cette histoire ne rencontra pas grand crédit auprès du parlement anglais qui fut chargé de vider le différend, car Dollond fut maintenu en possession de son privilége.

Les savants de Paris se hâtèrent de se mettre à l'œuvre, pour doter la France de ce précieux perfectionnement des instruments d'optique. Clairault et d'Alembert, membres de l'Académie des sciences, et qui tenaient à Paris le sceptre des mathématiques, se hâtèrent de calculer les courbures sphériques qu'il fallait donner à deux lentilles de verre et de cristal, de force réfringente différente, pour réaliser l'achromatisme. Clairault reconnut, en outre, que la variété de cristal nommée *strass*, et que nous avons signalée plus haut comme employée pour imiter le diamant, était plus dispersive encore que le cristal anglais. Avec le *strass* et le verre à vitres, on réussit, en France, à composer de bonnes lunettes astronomiques.

Mais une difficulté pratique immense arrêta tout net l'industrie des verres d'optique. Pas plus en Angleterre qu'en France, on ne pouvait parvenir à fabriquer le *flint-glass* et le *crown-glass* en quantité un peu importante. Quand on voulait faire un creuset de dix à douze livres de ces matières, on n'obtenait que des verres pleins de stries ou de bulles, et les lentilles taillées avec ces verres déformaient considérablement les objets. Les opticiens déclaraient que, sur cent livres de cristal qu'ils achetaient pour tailler leurs lentilles, ils ne trouvaient pas de quoi faire un objectif de trois pouces. La puissance dispersive du cristal variait d'un échantillon à l'autre, et même d'une couche à l'autre de la même masse de cristal.

L'Académie des sciences employa le moyen ordinaire des académies dans l'embarras. En 1770, elle proposa un prix pour la fabrication d'un verre d'optique exempt de défauts, c'est-à-dire sans aucunes stries et d'une puissance dispersive homogène dans toutes ses parties.

Ce prix fut décerné en 1773. Mais, en dépit de la palme académique, la découverte désirée n'avait pas été faite, puisque la même question fut remise au concours en 1786. Cette fois, on avait triplé la valeur du prix : il était de 1,200 livres.

Mais les découvertes, dans la science ou dans l'industrie, ne se décrètent pas en vertu d'une

décision académique. Pendant quarante ans, savants, fabricants et physiciens, tels, par exemple, que les chimistes Macquer et Roux, les manufacturiers Allut et d'Artigues, les opticiens Cauchoix et Dufougerais, réunirent en vain leurs efforts pour atteindre le but désiré.

On suppléa à l'absence de la découverte attendue par un beau et savant rapport, que Biot lut à l'Institut, le 2 janvier 1811. Le travail de Biot était une œuvre remarquable, au point de vue de la physique mathématique, mais l'auteur ne pouvait que constater l'insuccès complet des tentatives faites par Cauchoix et d'Artigues pour la fabrication de verres d'optique satisfaisants.

Ce que n'avaient pu découvrir ni les physiciens, ni les manufacturiers, ni les opticiens de toute l'Europe, fut trouvé au fond de la Suisse, par un ouvrier sans instruction, étranger aux progrès de la science comme aux grands travaux de l'industrie, et seulement doué d'une volonté à toute épreuve et d'une faculté d'invention toute particulière.

Cet ouvrier s'appelait Guinand; il habitait le village des Brenets, près de Neuchâtel. D'abord apprenti menuisier, Guinand s'occupait à fabriquer des boîtes pour les horloges. Un certain Droz, constructeur d'automates, possédait un beau télescope, acheté en Angleterre, et pourvu, cela va sans dire, de verres achromatiques. Le jeune Guinand s'échauffa l'imagination à l'idée de construire un instrument semblable, et d'imiter ces verres de *flint-glass* qui faisaient le principal mérite des télescopes de Dollond. Les premières notions de la verrerie lui manquaient, mais il eut vite fait de s'assimiler cet art; et par l'emploi de judicieuses proportions dans la composition du mélange, grâce à des observations patientes qui lui révélèrent le secret ou plutôt le tour de main qui permet de rendre homogène le cristal de la même fonte dans le creuset, Guinand parvint à fabriquer un *flint-glass* qui donnait des lentilles d'une pureté irréprochable. Il obtenait des disques de flint-glass et de crown exempts de stries, parfaitement homogènes, et qui avaient jusqu'à 1 pied de diamètre. Il parvint même à en obtenir un de 18 pouces; mais ce chef-d'œuvre fut anéanti dans un incendie qui éclata dans sa modeste maison.

Il y avait alors en Bavière un opticien célèbre. C'était Frauenhoffer, dont le nom sera immortel grâce à sa découverte des raies du spectre solaire. Frauenhoffer, qui dirigeait à Munich la plus importante fabrique d'instruments d'optique qui existât dans toute l'Europe, entendit parler de la découverte de Guinand, et il n'eut pas de repos qu'il n'eût attiré auprès de lui le fabricant suisse. En 1805, Guinand arrivait à Munich, et devenait l'associé de Frauenhoffer, spécialement chargé de fabriquer le *flint-glass* nécessaire à la construction des instruments d'optique de l'établissement bavarois.

Guinand passa dix années à Munich. Au bout de ce temps, il voulut retourner en Suisse. Déjà vieux (il avait soixante-dix ans), il voulait mourir dans son canton natal. On le laissa partir, en lui accordant une pension viagère, à la condition, toutefois, qu'il ne se livrerait pas à la fabrication du *flint-glass* et ne révélerait à personne le secret d'atelier qui était la base de son art.

Mais on ne rompt pas facilement avec les habitudes de tout une vie; on ne remonte, à aucun âge, la pente de ses goûts naturels. Guinand, retiré aux Brenets, ne put supporter le poids de l'oisiveté. Il rompit le contrat qui l'attachait au gouvernement de Munich, et abandonnant la pension qu'il en recevait, il se remit à fondre du *flint-glass*. Il fabriqua des lunettes astronomiques d'une rare perfection, que les savants se disputaient.

Dans les derniers temps de sa vie, Guinand était entré en relation avec la *Société royale de Londres*, à laquelle il avait adressé un objectif de *flint-glass* de 6 pouces, qui avait excité une grande admiration, et amené un rapport enthousiaste du physicien Pearson.

Ainsi, en Angleterre, la patrie du cristal, un disque de *flint* d'un demi-pied, faisait naître une admiration générale. On peut juger par là de la difficulté que devait offrir cette fabrication.

La *Société royale de Londres* était en pourparlers avec Guinand, pour l'achat de son procédé, et le gouvernement français s'était mis, de son côté, en rapport avec lui dans le même but, lorsque ce digne inventeur, alors âgé de quatre-vingts ans, mourut à Neuchâtel. On craignait qu'il n'eût emporté avec lui le secret de son industrie. Heureusement ses deux fils et sa femme, devant lesquels il avait toujours opéré, connaissaient son procédé et ne demandaient pas mieux que d'en tirer parti.

Ce fut M. Bontemps, verrier de Choisy-le-Roi, près de Paris, l'auteur du savant traité, *le Guide du verrier*, que nous avons cité plusieurs fois dans le cours de cette Notice, qui acheta ce procédé à Guinand fils, horloger à Clermont-sur-Oise, par un acte en date du 30 mai 1827. Tout aussitôt M. Bontemps se mit à fabriquer du *flint-glass* irréprochable. En sa qualité de verrier très-habile et très-instruit, M. Bontemps avait commencé à perfectionner encore le procédé de Guinand. En 1828, MM. Bontemps et Lerebours présentèrent à l'Académie des sciences de Paris un disque de *flint* d'un pied de diamètre, travaillé par M. Lerebours, et un autre disque du même volume, qui, travaillé en Angleterre par Tulley, donna un excellent objectif de lunette astronomique.

La fabrication du *flint-glass* ne prenait pas toutefois l'essor que l'on aurait désiré. Aussi, en 1839, la *Société d'Encouragement pour l'industrie nationale* proposa-t-elle deux prix pour cette fabrication, avec la condition de rendre publics les procédés pratiques.

Ce prix fut facilement remporté par MM. Bontemps et Guinand fils. Ce dernier était resté associé de M. Bontemps pour la fabrication des verres d'optique.

La *Société d'Encouragement* rendit alors public le procédé pour la fabrication du *flint-glass*, qui lui avait été communiqué par MM. Bontemps et Guinand fils.

On apprit, de cette manière, en quoi consistait le fameux secret.

Il y avait d'abord une composition spéciale pour le cristal et le verre, composition que nous donnerons plus bas, et qui fournissait le *flint* et le *crown* avec le maximum de puissance réfringente. Ensuite, et surtout, il y avait un tour de main qui assurait l'homogénéité de la matière, en évitant les stries, les soufflures, les bulles, qui sont l'écueil ordinaire des fontes de *flint-glass*.

Le cristal, c'est-à-dire le silicate de plomb, étant extrêmement lourd, a une tendance continuelle, quand la composition vitrifiable est fondue, à tomber au fond du creuset, en se séparant des silicates de potasse et de chaux plus légers, qui sont mélangés avec lui. Le *flint* a une tendance invincible à la *liquation*, ce phénomène que présentent presque tous les alliages, et qui fait qu'un alliage, quand il se refroidit avec lenteur, se partage en 7 ou 8 couches superposées, d'une composition différente, et qui se succèdent dans l'ordre de leur densité. Ce même phénomène physique se produit pour le *flint-glass*. Pendant qu'il se refroidit, il se sépare en 7 ou 8 couches, formées de silicate de potasse et de silicate de plomb qui sont de plus en plus denses à partir du niveau supérieur du bain. Cette *liquation* a pour effet, quand le cristal est refroidi et solidifié, de donner une matière qui varie de composition et de pouvoir réfringent, dans des proportions si fortes que les lentilles taillées dans cette masse, produisent dans les images des déformations intolérables.

Pour combattre cet effet, pour empêcher la *liquation* du cristal, Guinand introduisait dans le creuset rouge un agitateur, qui mélangeait les couches, et il *brassait* fortement la matière jusqu'à ce qu'elle se fût prise en masse par le refroidissement.

Une fois rendus publics, les procédés de fa-

brication du *flint-glass* se sont encore perfectionnés, et aujourd'hui la production de cette matière se fait, non assurément à coup sûr et avec facilité, mais de manière à assurer au commerce des produits de bonne qualité. La photographie, qui nécessite la construction d'une quantité considérable d'objectifs pour les chambres obscures, a beaucoup contribué à entretenir l'émulation des fabricants de verres d'optique. Nos fabricants français ont détrôné les opticiens allemands, qui, jusqu'à l'année 1850 environ, ont joui d'une incontestable suprématie en ce genre. On n'est plus obligé d'aller acheter à Berlin les bons objectifs pour la photographie.

On voyait à l'Exposition de Londres, en 1851, un disque de flint de 74 centimètres de diamètre (29 pouces) pesant plus de 200 kilogrammes, qui avait été fabriqué chez MM. Chance, de Birmingham, par M. Bontemps. Un autre disque de crown-glass, à peu près de la même dimension, a été fait depuis dans les mêmes ateliers. Ces verres furent achetés pour l'Observatoire de Paris. Leur apparence est très-satisfaisante, mais, comme ils ne sont qu'à l'état brut, il n'est pas possible de dire s'ils possèdent toutes les qualités voulues pour faire une bonne lentille. A l'heure qu'il est, la masse de verre se voit encore, dans son état brut, dans la grande galerie de l'Observatoire, sans avoir reçu d'emploi.

Ce qu'il faut ajouter tout de suite, c'est que les lunettes astronomiques, et par conséquent les grands objectifs exigeant des disques de *flint-glass* de dimensions anormales, commencent à être délaissées. Elles sont remplacées par les *télescopes à miroir argenté*, inventés par Léon Foucault. Aussi n'est-ce plus d'énormes masses de *flint-glass* que nos fabricants cherchent à produire, mais seulement du flint très-pur, pour composer, à l'usage des photographes, des objectifs qui soient très-réfringents, très-limpides et parfaitement achromatiques.

Arrivons à la question pratique de la fabrication du *flint-glass* et du *crown-glass*, les deux espèces de verre qui, réunies, donnent les lentilles achromatiques.

Voici, d'après M. Dumas, la composition du *flint-glass* que préparait Guinand :

	Parties en poids.
Silice	42,5
Oxyde de plomb	43,5
Potasse	11,7
Alumine	1,8
Chaux	0,5
Acide arsénique	traces
	100,0

La densité du *flint-glass* est énorme, ce qui se comprend puisque cette matière renferme 43 pour 100 d'oxyde de plomb : elle est de 4. Au contraire la densité du *crown-glass* n'est que de 2, 5. La différence de ces deux densités, jointe à la différence du pouvoir dispersif, explique que la seconde matière, accolée à la première, redresse les rayons lumineux réfractés dans le premier milieu.

Pour fabriquer le *flint-glass*, M. Bontemps se sert des matières suivantes :

	Parties en poids.
Sable pur	100
Oxyde de plomb (minium)	100
Carbonate de potasse pur	30

On place ces matières dans un creuset à dôme, posé au milieu d'un four, et ce four ne reçoit qu'un seul creuset.

Nous avons déjà dit que le tour de main de Guinand consistait à agiter continuellement la matière, pour empêcher sa séparation, pendant le refroidissement en tranches de plus en plus denses de verre plombeux. Voici comment ce brassage s'effectue dans la pratique.

Le creuset étant rempli de 20 à 40 kilogrammes de mélange vitrifiable, on chauffe le four pendant quatre heures. Alors on débouche le creuset, qui était resté fermé par un couvercle, nonobstant sa courbure, afin qu'aucune trace de fumée de houille ne puisse

s'y introduire. On prend (fig. 98) une tige de fer recourbée, AB, qui s'appuie sur un support, S, et on l'introduit dans le verre fondu. La barre de fer, si elle était en contact avec le verre, le colorerait instantanément. Aussi a-t-on la précaution de loger l'extrémité recourbée de cette barre, c'est-à-dire la

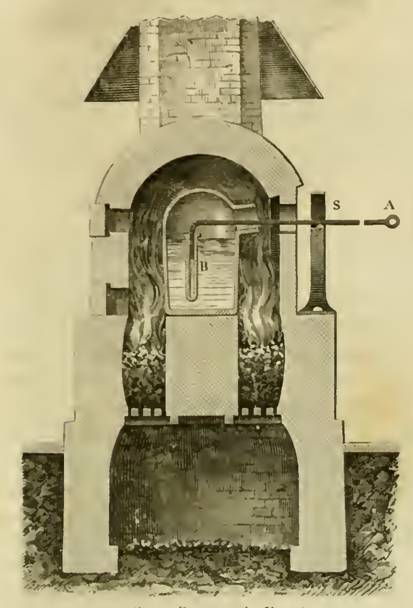


Fig. 98. — Brassage du flint-glass.

partie qui doit plonger dans le verre, dans un petit cylindre en terre, qui peut être promené dans le verre fondu sans y produire aucune altération chimique, car il est composé de la terre même du creuset qui renferme le cristal. Dans l'intervalle des brassages, ce cylindre de terre flotte sur le cristal fondu.

On ne fait ce premier brassage que pour mélanger les substances et hâter leur combinaison. On laisse ensuite la matière exposée à une forte chaleur rouge, et cinq heures après, quand le cristal est fait, on procède au véritable brassage, qui a pour but de prévenir la *liquation*. Les brassages se succèdent alors d'heure en d'heure, pendant six heures consécutives.

Après six brassages, on laisse refroidir le four pendant deux heures, pour faire monter les bulles de gaz qui ne sont pas encore dégagées; puis on le chauffe à son maximum, pendant cinq heures. Le cristal est très-liquide et entièrement exempt de bulles. On le brasse, sans discontinuer, pendant deux heures. Aussitôt qu'une barre à crochet est chaude, on la remplace par une autre. Comme on a eu soin de boucher les grilles du foyer, la matière, en se refroidissant, prend une certaine consistance.

Quand le brassage ne se fait plus que difficilement, on ôte du creuset le cylindre de verre. Le creuset est bouché, ainsi que les ouvertures du four.

Au bout de huit jours, on tire le creuset du four, on le casse, et on sépare avec précaution le *flint* qui s'y trouve en une seule masse. Des faces parallèles polies sont alors taillées sur les côtés de cette masse, pour examiner son intérieur, et voir comment elle doit être débitée. On la scie en tranches parallèles, selon les défauts qu'elle peut présenter. Quant aux fragments, on en fait des disques, en les chauffant à la température nécessaire pour les mouler.

Crown-glass. — La fabrication du *crown-glass* qui sert à composer avec le *flint-glass* les lunettes achromatiques ne présente pas d'aussi grandes difficultés que celles du *flint*. Sa composition est à peu près celle du verre à vitres et du verre à glaces. Il est même des fabricants qui se procurent simplement pour leurs verres de *crown*, le verre à glaces de Saint-Gobain.

M. Bontemps donne la recette suivante pour la préparation du *crown-glass*.

Sable blanc..................	120 kil.
Potasse......................	35 —
Sel de soude.................	20 —
Craie........................	15 —
Arsenic blanc................	1 —

On fond et on brasse le *crown* comme le *flint*. Les brassages, le refroidissement, le réchauffage, puis les nouveaux brassages, jusqu'à ce que le verre s'épaississe, présentent, sauf les intervalles de temps, qui sont un peu différents, les mêmes phases.

Telle est la manière de préparer les verres qui doivent servir à tailler les lentilles des lunettes astronomiques et des objectifs pour les chambres obscures à l'usage des photographes.

Nous ne saurions entrer ici dans le détail des opérations par lesquelles les opticiens taillent ces verres, pour en faire les grandes lentilles à l'usage des télescopes astronomiques. Contentons-nous de dire que ce travail se fait sur des bassins d'acier, convexes ou concaves, et que l'artiste a pour mission d'exécuter rigoureusement sur le disque de *flint* et sur celui de *crown*, les courbures que le physicien a calculées pour la réalisation de l'achromatisme.

Besicles. — Il nous reste à traiter de la fabrication des verres que les opticiens destinent simplement à faire des lunettes de presbyte et de myope, c'est-à-dire à parler des *besicles*.

Le verre des besicles est le *crown-glass*. En effet, le cristal, ou le verre à vitres ordinaire, décomposeraient la lumière, et fatigueraient la vue, au lieu de la reposer.

Les tailleurs de verres de lunettes achètent le *crown-glass* aux fabricants, sous la forme de lames rondes ou ovales de différentes épaisseurs, et dans leurs ateliers ils en font des lentilles planes, concaves, convexes, ou planes d'un côté et concaves ou convexes de l'autre.

L'usure de ces petits disques se fait sur des calottes, ou petits bassins de fonte ou de cuivre, que nous représentons ici (fig. 99).

On appelle *balle* la calotte B, et *bassin* la cavité A. C'est sur ces surfaces que l'on use les verres, par l'intermédiaire de l'émeri mouillé.

Chaque *balle* et chaque *bassin* a un rayon de courbure particulier pour donner un verre de chaque numéro. On sait que la courbure des verres est graduée de manière à offrir 22 numéros : les plus élevées représentent les courbures les moins prononcées, et par conséquent, les lunettes les plus faibles.

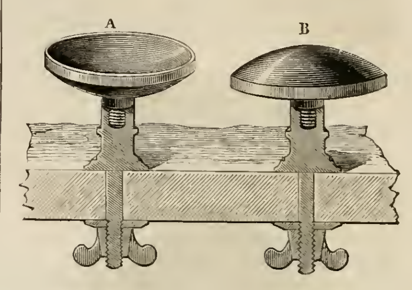


Fig. 99. — Bassin et calotte pour fabriquer les verres de lunettes.

Nous représentons ici (fig. 100) l'établi du fabricant de lunettes. On voit qu'il se compose d'une manivelle, M, que l'ouvrier tourne de la main gauche, et qui, au moyen d'une poulie et d'une courroie, fait tourner le *bassin* ou *calotte*, C. L'ouvrier fait tourner sur son axe le bassin ou la calotte, et il présente à l'outil en mouvement le verre qu'il s'agit d'user.

Il y a plusieurs temps dans cette opération. Le premier consiste à donner au verre une courbure grossière, qui se rapproche du numéro proposé. On use le verre sur une *balle* de fonte avec du grès mouillé : c'est le *dégrossissage* du verre.

Le second temps de l'opération se fait sur une seconde *balle* d'une courbure plus rapprochée de celle qu'on veut atteindre. On se sert d'émeri pour cette opération.

Le verre étant ainsi apprêté, on le fixe au moyen d'un mastic, sur un petit bouchon en liége, nommé *molette*, et on *doucit* sa surface par de l'émeri fin.

Le verre étant *douci*, il reste à le polir. C'est ce que l'on fait en le promenant sur la *balle*, préalablement recouverte d'une feuille

de papier, que l'on a saupoudrée de pierre ponce ou de tripoli. Quelques heures de ce frottement polissent parfaitement la surface du verre. Il n'y a plus qu'à le détacher de la *molette* et à le laver avec de l'alcool.

Ce travail procure à l'une des faces du verre la courbure voulue.

Il faut ensuite exécuter sur la seconde face la même série d'opérations.

Les verres de couleur sont employés quelquefois pour fabriquer des lunettes de myope et de presbyte, ou de simples *conserves*. Mais c'est là un usage peu rationnel. L'uniformité des teintes n'est pas avantageuse à la vue. Le



Fig. 10[illegible]. — Établi de l'ouvrier usant les verres de lunettes.

verre légèrement noir, *enfumé* comme l'appellent les opticiens, et qui affaiblit seulement l'éclat du jour, est seul avantageux. Les verres bleus ou verts sont nuisibles, malgré le préjugé contraire.

Quelques opticiens fabriquent des besicles ou des conserves avec le cristal de roche. Nous dirons pourtant que pour composer des verres de lunettes, le cristal de roche n'a aucun avantage sur le verre de *crown*, ou sur le verre à vitres, et qu'il peut avoir des inconvénients. En effet, pour que le cristal de roche destiné à faire des besicles produise un bon office, il faut qu'il ne décompose pas la lumière ; et pour cela, il faut qu'il ait été taillé dans des lames de cristal de roche (quartz) perpendiculaires à l'axe. C'est ce qui ne se fait que très-rarement, pour ne pas dire jamais, car les opticiens prennent pour tailler leurs verres les morceaux de cristal de roche tels qu'on les trouve dans le commerce. Ce genre de verre fatigue la vue plus qu'il ne la repose. Le plus sage est donc de s'en tenir au *crown-glass* pour les conserves

CHAPITRE XX

LE VERRE SOLUBLE. — LE SILICATE DE POTASSE; SON EMPLOI DANS L'INDUSTRIE. — L'INCOMBUSTIBILITÉ DES TISSUS. — FUCHS ET KUHLMANN. — LE DURCISSEMENT DES PIERRES, DU PLATRE ET DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION AU MOYEN DU SILICATE DE POTASSE. — LA PEINTURE AU SILICATE DE POTASSE APPLIQUÉE SUR BOIS, SUR VERRE ET SUR ÉTOFFES. — AUTRES EMPLOIS DU VERRE SOLUBLE DANS L'INDUSTRIE.

Nous terminerons la revue des applications industrielles du verre, en parlant du *verre soluble*, ou silicate de potasse, qui a reçu de nos jours, dans l'industrie, des emplois assez variés. Cette question soulève des questions très-délicates et très-intéressantes de chimie industrielle.

Le verre est, comme nous l'avons dit plusieurs fois, dans le cours de cette Notice, un silicate de potasse ou de soude, mélangé de silicates de chaux et d'alumine. Les anciens verriers et les chimistes savaient que, si l'on prend du sable pur et du carbonate de potasse

ou de soude, et que l'on fonde le tout, en employant un grand excès d'alcali (par exemple parties égales en poids de sable et de carbonate de potasse), on obtient un verre qui est presque entièrement soluble dans l'eau chaude.

Les anciens chimistes appelaient *liqueur des cailloux* la dissolution dans l'eau de ce silicate de potasse, parce qu'on l'obtenait en fondant, avec du carbonate de potasse, des *çailloux*, c'est-à-dire du sable siliceux. On appelait le même produit *verre soluble*, en raison de son caractère de solubilité exceptionnelle.

Les chimistes adonnés à l'analyse savaient également que tous les minéraux siliceux peuvent être privés de leur silice, lorsqu'après les avoir réduits en poudre, on les mélange avec leur poids de carbonate de potasse, et qu'on calcine le tout dans un creuset, à la chaleur rouge. Dans ce cas, la silice du minerai est rendue soluble, en se combinant a la potasse et formant du silicate de potasse. La liqueur alcaline que l'on obtient ainsi, quand on la traite par un acide, laisse déposer la silice à l'état gélatineux.

Le silicate de potasse était donc bien connu des anciens chimistes; mais on n'avait pas songé à tirer un parti industriel de ce composé, lorsque, en 1820, un chimiste de Munich, Fuchs, eut l'idée de s'en servir pour prévenir la combustion des tissus et des bois avec flamme. Expliquons-nous.

Toutes les matières végétales, le bois, les étoffes, le papier, ont besoin, pour brûler de l'accès de l'air, en même temps que de la chaleur rouge. Si on les calcine simplement dans un vase à l'abri de l'air, ces matières se détruisent, elles se transforment en produits divers, qui laissent un résidu de charbon; mais, dans ce cas, elles ne brûlent pas avec flamme. Pour qu'elles brûlent avec flamme, il faut que l'air leur fournisse l'oxygène nécessaire à leur transformation en acide carbonique et en vapeur d'eau. Si donc on parvient à recouvrir une substance combustible d'une enveloppe minérale non volatile, par exemple d'un sel fixe, qui en fondant par l'excès de la chaleur, enveloppe toutes ses parties extérieures, la substance organique pourra se détruire, se carboniser par l'action du feu, mais elle ne s'enflammera pas. Ne pouvant émettre de flamme, elle ne pourra communiquer l'incendie à distance.

Cet enduit fusible et imperméable à l'air, Fuchs le trouva dans la *liqueur des cailloux*, ou *verre soluble*. Il prépara industriellement cette liqueur, y trempa des matières combustibles, telles que du bois, des étoffes, et il constata que ces matières brûlaient toujours sans flamme, et ne pourraient, dès lors, que difficilement propager l'incendie.

Dans un mémoire qui parut en 1821, et dont la traduction se trouve en grande partie dans le tome deuxième du *Traité de chimie appliquée aux arts* de M. Dumas (1), Fuchs proposa de revêtir les décors de théâtre de cette dissolution, pour les préserver de la combustion avec flamme.

A une époque plus récente, c'est-à-dire vers 1850, on a voulu appliquer le verre soluble à prévenir l'inflammation des étoffes. On se proposait particulièrement d'empêcher la flamme du gaz de la rampe des théâtres de se communiquer aux robes légères des danseuses ou des actrices en scène. On aurait désiré également que ce moyen se généralisât, et que le verre soluble pût être mêlé à l'apprêt des étoffes, des tissus, etc., pour s'opposer à leur combustion avec flamme.

En théorie, cette vue était séduisante; mais dans la pratique on n'a jamais pu la réaliser. Assurément, il serait possible de préserver les étoffes légères et inflammables des danseuses de théâtre, en les imprégnant de verre soluble. Mais c'est là une sphère d'application bien bornée. Un treillage métallique placé devant les becs de gaz de la rampe, est d'un effet tout aussi sûr, et n'entraîne ni dépense

(1) Pages 577-587, Paris, in-8°, 1830.

ni entretien. Quant à l'emploi général de ce sel dans l'apprêt des robes et tissus, on doit songer au prix élevé du silicate de potasse, qu'il faut renouveler à chaque blanchissage — à la roideur qu'il communique à l'étoffe — à la solubilité du silicate de potasse dans l'eau, ce qui fait qu'on ne peut exposer à la pluie les tissus qui en sont imprégnés — aux altérations de la couleur des tissus qui résultent de l'action de l'excès d'alcali du verre soluble — à la propriété déliquescente de ce sel, qui rend les étoffes silicatisées toujours humides, etc. On ne sera donc pas surpris d'apprendre qu'après quelques essais, entrepris avec le plus sincère désir de réussite, on ait été forcé de renoncer entièrement à ce moyen préservateur.

Quant aux décors de théâtre, le système de Fuchs n'a jamais été mis en pratique. On lit, il est vrai, dans tous les ouvrages de chimie, et on répète dans tous les cours publics, que ce système fut mis en pratique, en 1821, pour les décors du grand théâtre de Munich; mais M. Péligot, dans ses *Douze Leçons sur la verrerie*, dit qu'il tient de *M. Fuchs lui-même* « qu'on a eu, en effet, le projet de faire cette application, mais qu'on y renonça à cause de la dépense qu'elle eût entraînée (1). »

Il faut bien savoir, d'ailleurs, que les toiles de décor ne servent souvent que deux ou trois fois, et que le même châssis de toile ou le même montant de bois sont très-souvent repeints, un décor nouveau remplaçant l'ancien sur la même toile. Par conséquent la dépense, déjà considérable, de la silicatisation du décor serait à renouveler à chaque nouvelle application de peinture. La peinture d'un décor de théâtre se paye, en général, $2^{fr},50$ le mètre, et le prix de la silicatisation est de près de 2 francs pour la même surface. Les frais de peinture du décor seraient donc presque doublés par l'emploi du verre soluble.

En résumé, la silicatisation des étoffes, des tissus et des bois est une opération qui a complétement échoué dans la pratique, et qui ne méritait pas les éloges unanimes qu'elle a fait naître dans le public, dans les journaux, dans les livres et dans les cours de chimie.

(1) *Annales du Conservatoire*, p. 418.

Ce système, d'ailleurs, n'avait rien de nouveau, car les anciens l'avaient mis en pratique. Les architectes grecs et romains connaissaient la propriété, dont jouissent les sels d'alumine et les sels alcalins, de rendre les bois incombustibles. Aulu-Gelle nous apprend que Sylla, assiégeant le Pirée, ne put jamais parvenir à incendier une tour de bois construite par Archélaüs : cette tour avait été enduite d'une dissolution d'alun.

En 1740, un chimiste suédois, J. Faggot, communiqua à l'Académie des sciences de Stockholm, des *Observations sur la manière de garantir le bois de l'action du feu et de la pourriture*, en l'aspergeant d'une dissolution de sulfate de fer et d'alun. En 1774, le chimiste Salberg entra dans de grands développements à ce sujet.

Gay-Lussac a essayé, dans le même but, le phosphate d'ammoniaque; — M. de Bréza, en 1841, a proposé un mélange de sulfate d'ammoniaque et d'alun; — M. Morin, de Genève, a conseillé l'oxyde de zinc; — M. Henri Masson, de Bruxelles, a proposé, en 1856, le chlorure de calcium, etc. Mais, dans la pratique, ces divers sels échoueraient certainement, comme a échoué le verre soluble.

Un emploi plus rationnel du silicate de potasse a été réalisé, vers 1855, par M. Kuhlmann, chimiste et célèbre fabricant de Lille. L'auteur a été conduit, par les applications de ce sel, à des résultats vraiment importants pour l'industrie et l'art des constructions. Nous voulons parler de l'application, qui a été faite par M. Kuhlmann, du verre soluble au durcissement des pierres tendres et des divers matériaux de construction, ainsi que de l'emploi du même verre soluble dans la

peinture en détrempe et dans la peinture sur verre.

Les pierres tendres sont bien plus communes que les pierres dures, et elles se prêtent à toutes les formes que l'artiste veut leur donner; aussi les emploie-t-on plus fréquemment que les pierres dures, dans les constructions et les œuvres d'art. Malheureusement ces pierres si faciles à travailler, sont très-sensibles à l'action du temps et de l'humidité. Un grand progrès serait donc réalisé si on pouvait durcir les pierres tendres une fois qu'elles ont servi à construire un monument, et si l'on pouvait également durcir les pierres que le ciseau du sculpteur a transformées en œuvres d'art, pourvu, toutefois, que le procédé de durcissement n'en altérât pas les surfaces. C'est ce problème que M. Kuhlmann a résolu, grâce à l'emploi bien dirigé du verre soluble.

M. Kuhlmann a découvert ce fait capital, que si l'on fait pénétrer, plus ou moins profondément, dans les pierres calcaires, du silicate de potasse, il y a une réaction chimique entre le silicate et le carbonate de chaux : il se forme un silicate, avec léger dépôt de silice, et il établit une union profonde entre le carbonate de chaux non altéré, le silicate de chaux et la silice. Alors, de tendre et poreuse qu'elle était, la pierre devient dure et compacte; elle prend un aspect lisse, et peut recevoir un poli analogue à celui du stuc. Ces pierres sont alors *silicatisées*.

Ainsi, une construction, une œuvre d'art en pierre tendre, étant données, il suffit, pour les durcir, de les badigeonner avec une dissolution au degré convenable (15 degrés du pèse-sels environ) de silicate de potasse le plus neutre que l'on puisse préparer, c'est-à-dire contenant le moins de potasse libre.

La décomposition qui s'opère entre le silicate de potasse et le carbonate de chaux, produit, avons-nous dit, du carbonate de potasse. Comme la présence de ce sel pourrait, dans les temps humides, donner lieu à des exsudations, M. Kuhlmann a cherché des moyens pratiques et peu dispendieux de fixer la potasse et de la rendre insoluble. Ce qui lui a le mieux réussi, c'est l'acide hydrofluosilicique. M. Kuhlmann est parvenu, d'ailleurs, à rendre les procédés de fabrication de l'acide hydrofluosilicique, manufacturiers et économiques.

Lorsque les calcaires tendres ont été silicatisés, que le durcissement a été obtenu et que le lavage a eu lieu, on les imprègne d'une dissolution très-affaiblie d'abord, ensuite plus forte, d'acide hydrofluosilicique. Cet acide pénètre dans la pierre, et forme avec la potasse un composé insoluble qui contribue également au durcissement de la pierre.

M. Kuhlmann a reconnu que les mêmes effets de durcissement se produisent si on opère sur le plâtre (sulfate de chaux).

La théorie chimique de ces applications du verre soluble et de l'acide hydrofluosilicique au durcissement des pierres, exige quelques développements et explications, dans lesquels nous croyons utile d'entrer.

Nous rappellerons d'abord la théorie de la formation des chaux hydrauliques et des ciments, et la découverte de M. Vicat sur la production artificielle des chaux hydrauliques.

Tout le monde sait que la chaux dite *grasse* est de la chaux caustique provenant de la calcination du carbonate de chaux pur, c'est-à-dire exempt de silice, d'argile et de magnésie. Quand on délaye cette chaux dans l'eau, elle s'hydrate, et constitue une pâte, qui, appliquée comme ciment, durcit à l'air, en se transformant de nouveau en carbonate de chaux hydraté. La *chaux hydraulique* provient, au contraire, de la calcination d'un calcaire siliceux et argileux. Cette chaux étant placée dans l'eau, il se forme, dans un espace de temps variable, un silicate de chaux et un aluminate de chaux hydratés, solides et insolubles.

C'est donc à la présence de l'argile dans

la chaux qu'il faut attribuer la propriété *hydraulique* de cette chaux. La connaissance de ces faits, due à l'ingénieur français Vicat, a amené la création de la belle industrie des *chaux hydrauliques artificielles*.

Si, en même temps qu'il est argileux, le calcaire est magnésien, c'est-à-dire *dolomitique*, comme l'appellent les minéralogistes, la solidification du ciment que fournira ce calcaire n'en sera que plus complète. C'est qu'il se forme alors des silicates et des aluminates doubles, de chaux et de magnésie, hydratés.

Telles sont, réduites à leur plus simple expression, les découvertes de Vicat concernant les mortiers.

M. Kuhlmann, en poursuivant les travaux de son illustre devancier, Vicat, découvrit que, si l'on introduit dans la chaux grasse, et dans les chaux hydrauliques argileuses ou magnésifères, du silicate de potasse ou de soude, la *prise*, c'est-à-dire le durcissement des ciments, est plus énergique. Comment expliquer ce fait ? Par les raisons suivantes, que nous avons énoncées plus haut en termes généraux.

1° *Dans le cas de la chaux grasse* mise en présence du verre soluble, il se forme un carbonate et un silicate de chaux, moins hydratés, en raison de ce que la silice s'est substituée à l'eau d'hydratation.

2° *Dans le cas de la chaux hydraulique*, une réaction analogue a lieu ; la silice se substitue à l'eau d'hydratation, et l'on obtient pour la chaux simplement argileuse, un silicate et un aluminate de chaux, moins hydratés que celui fourni par la réaction analogue citée plus haut.

3° *Pour le cas des chaux argileuses et magnésiennes*, on a, de même, un silicate et un aluminate de chaux et de magnésie moins hydratés. Ce dernier, comme le précédent, est solide et insoluble même dans l'eau de mer.

Il résulte de ces faits, découverts par M. Kuhlmann, que les mortiers ordinaires ou hydrauliques se solidifient par l'hydratation à la manière du plâtre, et que la présence d'un silicate alcalin amène leur durcissement plus complet ; ce qu'il était permis de prévoir, puisqu'en raison de la réaction analysée plus haut, les mortiers siliceux se rapprochent des feldspaths, des schistes, et de toutes les roches solides, insolubles, à base de potasse ou de soude, que l'on rencontre dans les terrains de transition.

Pour obtenir, sans aucun secours de la chaleur, un mortier ayant les caractères hydrauliques, M. Kuhlmann recommande les proportions suivantes : 30 parties de chaux grasse ; — 50 de sable ; — 15 d'argile non calcinée ; — 5 de silicate de potasse. L'affinité de la silice pour la chaux est telle, que lorsqu'on trempe un calcaire dans une dissolution de silicate de potasse, et qu'on l'expose ensuite à l'air, on voit la matière durcir, une croûte dure se former à la surface, et cette croûte augmenter d'épaisseur en raison de la concentration de la liqueur, de la fréquence des immersions et du temps qu'a duré l'opération.

La composition de la matière durcie nous apprend que les affinités chimiques se sont satisfaites par une double décomposition : le silicate de potasse en présence du carbonate de chaux, forme lentement du silicate de chaux gélatineux et du carbonate de potasse. En présence de l'acide carbonique libre de l'air, le silicate de potasse en excès se décompose rapidement, et forme du carbonate de potasse solide et de la silice gélatineuse, qui se contracte et durcit à l'air. Comme cette réaction a lieu à l'intérieur, il en résulte que tous les pores de la pierre sont comblés par le carbonate de potasse et par la silice.

Disons tout de suite, que cette réaction, lente à froid, se produit beaucoup plus rapidement si l'on opère à chaud, surtout sous une certaine pression. Disons également que les carbonates de baryte, de magnésie et de

strontiane donneraient des réactions identiques.

Ces faits étant observés et connus, les applications s'en déduisaient naturellement. Il était possible de durcir des calcaires tendres et poreux, pour en faire des monuments, des statues, des ornements de toutes sortes, qui résisteraient aux intempéries des climats les plus destructifs. Il était possible de faire des pierres artificielles capables de recevoir un beau poli, des marbres siliceux et même des calcaires lithographiques. Bien plus, si les réactions se font sur des matières pulvérulentes, on obtient un mastic qui se solidifie, durcit à l'air, et donne le meilleur ciment pour la maçonnerie.

La théorie chimique explique donc parfaitement les faits relatifs à l'action du verre soluble sur les pierres tendres, c'est-à-dire le durcissement de ces pierres ainsi que son rôle dans la formation des chaux hydrauliques.

Si maintenant nous examinons l'action du silicate de potasse sur le plâtre, nous verrons que le durcissement que cette substance éprouve par son contact avec le silicate de potasse, provient de la formation du sulfate de potasse et du silicate de chaux. Seulement, dans ce cas, pour éviter les effets de la cristallisation du sulfate de potasse à l'intérieur de la pierre, l'action doit être lente, et les dissolutions de verre soluble peu concentrées.

Nous venons de dire que les pores de la pierre étaient bouchés par de la silice gélatineuse et par du carbonate de potasse. Ce dernier sel, qui est déliquescent, pouvant suinter au dehors, et maintenir de l'humidité sur ce monument, il est bon de le faire disparaître. Après avoir employé le silicate de potasse, on doit donc, comme nous l'avons dit, traiter les mêmes surfaces par l'acide hydrofluosilicique, lequel, pénétrant dans l'intérieur de la pierre, s'unit au carbonate de potasse, forme de l'hydrofluosilicate de potasse solide, et de l'acide carbonique qui se dégage.

Les questions théoriques étant vidées, disons un mot de la question pratique. Pour appliquer industriellement le verre soluble au durcissement des matériaux constituant nos habitations et nos monuments, on prend une dissolution de silicate de potasse marquant environ 35° à l'aréomètre de Baumé, et on l'étend de 2 fois son poids d'eau, on peint, on enduit, à plusieurs reprises, les façades en pierres, neuves ou grattées avec cette dissolution. Avec une brosse, on peut aussi injecter la liqueur à l'aide d'une pompe munie d'un ajutage en pomme d'arrosoir. Dans ce dernier cas, on établit au pied du mur des rigoles d'argile, qui reçoivent l'excès de liqueur.

L'expérience a démontré que trois couches, appliquées à un jour d'intervalle chacune, suffisent pour former une croûte indéfiniment conservatrice, et qui revient à environ 75 centimes le mètre carré.

Postérieurement aux essais dont nous venons de parler, M. Kuhlmann a fait usage d'*aluminate de potasse*, après la silicatisation. Il se forme ainsi, dans le corps même de la pierre ou du plâtre, un véritable feldspath artificiel, qui fixe en grande partie la potasse, et permet d'éviter l'emploi de l'acide hydrofluosilicique.

La silicatisation a été appliquée, sous la direction de M. Kuhlmann :

1° Aux divers groupes, statues et frontons, de l'École militai e. Ces statues et frontons, qui avaient été faits en pierres très-tendres s'étaient entièrement désagrégés, ils ont acquis par la silicatisation une dureté extrême ;

2° Au Louvre, sur les groupes qui se trouvent sur la façade du Palais-Royal et la rue de Rivoli ; ensuite sur plus de 150 groupes, destinés à la cour du Carrousel, et qui

sont en pierre de Conflans; ainsi que sur les vases du jardin, du même palais du Louvre, qui sont en pierre tendre de Vergelès;

3° A la grande caserne de Saint-Denis, sur le couronnement d'un mur d'enceinte que le maréchal Vaillant fit exécuter exprès en pierre excessivement tendre et poreuse.

4° A Lille, les sculptures intérieures de la Bourse ont été silicatisées par M. Kuhlmann, il y a bien des années.

5° En Angleterre, en Allemagne surtout, diverses applications ont été faites du procédé de M. Kuhlmann.

Nos meilleurs architectes, MM. Lassus Lefuel, Viollet-Leduc, etc., ont été les premiers appréciateurs de cette utile application.

Un mot sur la *teinture des pierres* par des procédés semblables.

M. Kuhlmann observa que le silicate de potasse, employé seul, laissait au calcaire blanc et tendre un ton trop incolore. Il fit alors ses silicatisations avec un silicate double de potasse contenant du manganate de potasse. Ce mélange donne à la pierre le ton bistre-brun, si recherché, qu'elle n'acquiert que par l'effet du temps, après une exposition prolongée à l'air, au soleil et à la pluie. De même, si le ton du calcaire est trop sombre, on mélangera au silicate de potasse du sulfate de baryte, qui ramènera au gris le ton noirâtre.

Nous ajouterons, pour rester dans le même ordre d'idées, que M. Kuhlmann a fait des essais de coloration artificielle des coquillages et coraux par les silicates. En plongeant à chaud ces coquillages silicatisés dans des dissolutions de sels de chrome, de nickel, de cobalt ou de cuivre, on obtient des teintures de ces calcaires en jaune, en vert, en bleu, etc... Il y a là tout un champ nouveau d'études et de résultats que M. Kuhlmann n'a fait qu'indiquer.

En 1871, un naturaliste du Muséum de Paris a tiré un excellent parti du *verre soluble* pour durcir les ossements fossiles, objets fragiles et précieux (1).

Une dernière et très-importante application du verre soluble a été faite par M. Kuhlmann : nous voulons parler de l'emploi de ce même sel alcalin dans la peinture en détrempe et dans la peinture sur verre.

En 1847, Fuchs avait fait connaître au peintre Kaulbach le moyen de conserver des fresques en les vernissant avec une dissolution de silicate de potasse. M. Kuhlmann est allé plus loin, car il a composé des couleurs silicatées avec des ocres, avec de l'outremer, avec l'oxyde de chrome, l'oxyde de cadmium, le minium, l'oxyde de manganèse, l'oxyde de zinc, les sels colorés à base de zinc, le sulfate de baryte, et en général avec tous les sels non attaquables par les alcalis.

M. Kuhlmann a composé, disons-nous, des *couleurs* qui, employées soit directement délayées dans la dissolution siliceuse, soit après leur application à la colle, en les recouvrant d'un vernis siliceux, sont tout à fait fixes et indestructibles quand on s'en sert dans les peintures à fresque ou d'appartement. Pour l'application de ces nouvelles couleurs indestructibles, M. Kuhlmann pense qu'il est convenable de silicatiser préalablement les surfaces calcaires, sur lesquelles elles doivent s'appliquer. Le silicate remplit les pores de la surface sur laquelle on l'applique, et donne une peinture, plus nette et plus fraîche que la céruse ou l'oxyde de zinc.

Les peintures siliceuses s'appliquent également bien *sur bois;* mais il faut choisir des bois non résineux. Le frêne, le charme, conviennent très-bien. Le bois ainsi préparé est indestructible et non inflammable.

On peut tirer un autre parti très-utile des couleurs silicatées de M. Kuhlmann, en les

(1) Voir notre *Année scientifique et industrielle*, quinzième année, 1872, p. 434.

appliquant sur les vitres. Le sulfate de baryte, l'outre-mer, l'oxyde de chrome, etc., mêlés au silicate de potasse, donnent des couleurs fixes, semblables aux couleurs demi-transparentes des vitraux peints. On peut obtenir ainsi, à très-bon marché, une peinture sur verre, de sorte que cette application spéciale serait une ressource très-utile pour les églises qui n'ont que peu de ressources. Ajoutons que si l'on passe au feu les vitres ainsi recouvertes d'enduits silicatés, on obtient de très-belles surfaces émaillées. La peinture sur verre pourrait se faire ainsi à peu de frais.

Les dissolutions siliceuses ont encore servi à M. Kuhlmann pour remplacer l'albumine que l'on emploie aujourd'hui pour fixer les couleurs dans l'impression des étoffes. Pour se servir, dans ce cas, de la dissolution de silicate de potasse, on la mélange à la couleur au moment de l'impression. Quelques jours après, le dessin prend une consistance telle que le savonnage aux alcalis ne l'altère pas.

M. Kuhlmann a fait encore l'application des silicates alcalins à l'apprêtage des fils et des tissus de toute nature. Cet apprêt, en même temps qu'il fournit de la rigidité aux étoffes, leur donne un caractère d'incombustibilité.

On voit combien sont grandes et précieuses les propriétés du silicate de potasse. Il nous reste à dire comment l'inventeur fabrique industriellement ce composé.

M. Kuhlmann prépare le verre soluble par deux moyens :

1° Par voie ignée, en chauffant dans un creuset, au four à réverbère, du carbonate de potasse ou de soude et de la silice réduite en poudre et lavée. Après un certain temps de chauffage, le silicate ou verre soluble se produit ; on coule la matière et on la conserve dans des vases bouchés ;

2° Par voie aqueuse, en chauffant, à la pression de 5 ou 6 atmosphères, dans une chaudière, la potasse ou la soude caustique avec des rognons de silice.

Nous venons de donner un exposé aussi exact que nous avons pu le faire des travaux de M. Kuhlmann sur les emplois industriels du verre soluble. Cette nouvelle branche de l'industrie étant marquée au coin du caractère scientifique le plus accentué et étant encore peu connue, nous croyons utile, en terminant ce chapitre, et pour compléter l'exposition analytique qui précède, de reproduire une partie d'un rapport qui fut adressé, en 1859, au Ministre de l'agriculture et du commerce, par une commission qui avait M. Dumas pour rapporteur. Les nouvelles applications du verre soluble sont exposées dans ce travail avec lucidité. Voici les principaux passages de ce rapport.

« La commission chargée par le Ministre de l'agriculture et du commerce, de lui rendre compte des résultats obtenus par M. Kuhlmann, professeur de chimie à Lille, dans l'application des silicates alcalins solubles au durcissement des pierres poreuses, à la peinture, etc., s'est mise en rapport avec l'inventeur de cet ingénieux procédé. M. Kuhlmann s'est mis lui-même obligeamment à la disposition de la commission, pour exposer devant elle les principes théoriques qui l'ont successivement amené à la création d'une nouvelle industrie. Il lui a ouvert son laboratoire, dans lequel la commission a trouvé la réalisation de tous les faits pratiques annoncés par l'inventeur, et a pu suivre, pas à pas pour ainsi dire, les progrès de son idée. M. Kuhlmann lui a ouvert également les portes de ses usines de la Madeleine et de Saint-André, près Lille, dans lesquelles la fabrication des silicates alcalins et du sulfate de baryte a pris déjà une extension considérable, qui s'accroît de jour en jour ; il lui a fait visiter enfin les divers monuments et les habitations situés à Lille, auxquels la silicatisation a été appliquée.

« Les faits signalés à la commission, les expériences exécutées devant elle, sont de la plus haute importance pour les sciences, les arts et l'industrie. Les considérations géologiques de l'ordre le plus élevé sur la formation des roches, sur la possibilité de reproduire artificiellement et par des moyens fort simples la plupart des matières minérales cristallisées ; sur les transformations qui se sont accomplies dans les organes des végétaux et des animaux dont nous

retrouvons les débris pétrifiés dans le sein de la terre, ont, dans les exposés de M. Kuhlmann, une liaison intime et heureuse avec les considérations plus pratiques concernant la formation de nouveaux ciments, le durcissement des calcaires poreux utilisés pour la conservation des monuments, l'application et la fixation, par le moyen des silicates alcalins, des couleurs minérales sur les pierres, le bois, le verre, les métaux, le papier, les étoffes, etc., la substitution d'une nouvelle base blanche (le sulfate de baryte) à la céruse et au blanc de zinc. L'on ne sait ce qui doit être le plus loué dans M. Kuhlmann, de l'esprit ingénieux et scrutateur ou de l'esprit persévérant et tenace à poursuivre la réalisation de ses idées et la vulgarisation de ses méthodes pour lesquelles il n'a pas reculé devant des dépenses considérables.

« *Théorie des chaux hydrauliques.* — La liqueur des cailloux, silicate de potasse ou silicate de soude, est la base des nouveaux procédés. Dès l'année 1840, des recherches sur l'origine et la nature des efflorescences des murailles avaient donné à M. Kuhlmann l'occasion de constater la présence de la potasse et de la soude dans la plupart des calcaires des diverses époques géologiques, en plus forte proportion dans les calcaires hydrauliques que dans les calcaires à chaux grasse. Quelle influence pouvaient-ils avoir sur la propriété hydraulique? M. Kuhlmann pensa que, sous l'influence de la potasse et de la soude, les calcaires siliceux pouvaient donner lieu, par la calcination, à des combinaisons doubles de chaux, de silice ou d'alumine et d'un alcali, analogues à celles que l'on obtiendrait par la calcination de quelques espèces minérales hydratées, telles que l'apophyllite, la stilbite, l'analcime; que ces combinaisons mises ensuite en contact avec l'eau subissaient une action analogue à celle qui amène la consolidation du plâtre, une hydratation et, par suite un durcissement.

« L'effet principal de la potasse et de la soude était de transporter une certaine portion de silice sur la chaux et de donner naissance à des silicates avides de prendre l'eau pour ne conserver que l'eau nécessaire à leur composition d'hydrates et se solidifier. De nombreux faits vinrent à l'appui de cette théorie. De la chaux grasse mise en contact avec une dissolution de silicate de potasse se transforme immédiatement en chaux hydraulique. De la chaux grasse et du silicate alcalin, pulvérisés très-fin et mélangés dans la proportion de 11 de silicate sur 100 de chaux, donnent également une excellente chaux hydraulique. Un mortier de chaux grasse arrosé à diverses reprises avec une dissolution de silicate alcalin se transforme en mortier hydraulique. Enfin, avec le silicate vitreux et la chaux, l'on peut produire des ciments hydrauliques plus ou moins énergiques et qui peuvent être utilisés dans les pays où il n'existe que des calcaires à chaux grasse.

« *Silicatisation.* — M. Kuhlmann en observant la grande affinité de la chaux pour la silice, sortant à l'état naissant de sa combinaison avec la potasse, fut conduit à étudier également l'action des silicates de

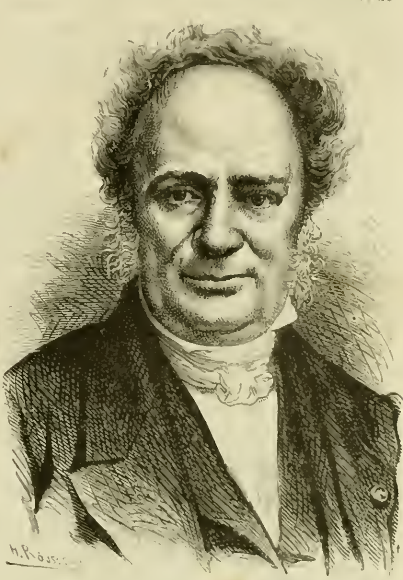


Fig. 101. — Kuhlmann, de Lille.

potasse et de soude sur les pierres calcaires, sur la craie en particulier. Il reconnut tout d'abord que si l'on met à froid de la craie en contact avec une dissolution de silicate de potasse, une portion de la craie se transforme en silicéo-carbonate de chaux, tandis qu'une portion correspondante de potasse est déplacée; que la craie durcit peu à peu à l'air, prend une durée plus grande que celle des meilleurs ciments hydrauliques, et que, mise en pâte avec le silicate, elle a la propriété d'adhérer fortement aux corps à la surface desquels elle est appliquée. Il avait donc découvert un mastic propre à la restauration des monuments publics, à la fabrication des objets de moulure. Poussant plus loin ses expériences, il constatait que la craie en pierre naturelle, plongée dans une dissolution de silicate de potasse, pouvait absorber une quantité de silice considérable, en exposant alternativement et à plusieurs reprises la craie à l'action de la dissolution et à celle de l'air; que cette pierre prenait avec le temps une grande dureté à la surface; que le durcissement, d'abord superficiel, pénétrait ensuite peu à peu dans le centre, de telle sorte qu'un échantillon soumis à l'expérience, il y a quinze ans, et mis sous les yeux de la

commission, avait subi ce durcissement à une profondeur de près d'un centimètre. Cette silicatisation de la pierre, ainsi que M. Kuhlmann nomme cette transformation, est due à la décomposition du silicate de potasse par le carbonate de chaux d'une part, et par l'acide carbonique de l'air de l'autre. Une dissolution de silicate de potasse abandonnée à l'air donne lieu, en effet, à la longue, à un dépôt gélatineux et contractile de silice et à une couche de carbonate de potasse.

« Le dépôt de silice acquiert, avec le temps, assez de dureté pour rayer le verre. De deux boules de craie de même diamètre, de même nature, silicatisées dans les mêmes conditions, l'une, abandonnée à l'air libre, acquiert plus de dureté que la seconde, exposée sous une cloche, dans une atmosphère débarrassée d'acide carbonique. Il se forme donc dans la silicatisation, tant que la pierre est assez poreuse pour absorber une plus grande proportion de silicate de potasse, une sorte de silicéo-carbonate de chaux hydraté, qui durcit en perdant peu à peu son eau d'hydratation, et en outre, un dépôt contractile de silice, qui ajoute au durcissement de la pierre. Le carbonate de potasse produit à la surface une exsudation presque insensible, qui diminue petit à petit pour disparaître entièrement, sans avoir en aucune façon altéré la surface. Au moyen de l'acide hydrofluosilicique, M. Kuhlmann est parvenu à faire disparaître l inconvénient qui pourrait en résulter, et même à ajouter au durcissement de la pierre. Les pierres calcaires ainsi préparées prennent un grain serré, un aspect lisse, et peuvent recevoir un beau poli. Le durcissement est singulièrement favorisé par la chaleur, et des calcaires poreux, plongés dans une chaudière à haute pression, contenant un bain de silicate de potasse, présentaient déjà, au sortir de cette immersion, tous les caractères de calcaires siliceux compactes, sans que l'acide carbonique de l'air fût intervenu en aucune façon.

« Des calcaires, M. Kuhlmann a passé aux pierres poreuses, et a pu constater que l'action de l'acide carbonique de l'air sur le silicate de potasse suffisait pour opérer à la surface une consolidation des pierres, variable avec la porosité.

« Sur le sulfate de chaux ou plâtre, l'action du silicate de potasse est sensiblement la même, mais elle est plus rapide, et elle a l'inconvénient de donner naissance à du sulfate de potasse, qui en cristallisant a la propriété de désagréger les surfaces. La dissolution, dans ce cas, doit être plus étendue, afin que l'action soit plus lente et la consolidation suffisante cependant pour éviter les effets de la cristallisation du sulfate de potasse.

« *Mode d'application.* — De quelle manière M. Kuhlmann procède-t-il à l'application du silicate de potasse sur les monuments et les constructions en général ? Il prend du silicate de potasse préparé dans ses usines et ayant la composition du verre soluble, le dissout dans deux fois son poids d'eau. Cette dissolution est celle qui est livrée au commerce, et marque 35 degrés à l'aréomètre de Baumé. Il suffit de l'étendre de deux fois son volume d'eau pour obtenir le degré de concentration le plus convenable au durcissement.

« Dans les constructions récentes, l'application peut être faite immédiatement ; dans les constructions anciennes, il faut commencer par un nettoyage, lavage à la brosse dure ou lavage à la lessive de potasse caustique, le plus souvent par un grattage à vif. Pour de grandes surfaces on procède à l'arrosement à l'aide de pompes ou de grandes seringues à jet divisé dont l'application a eu lieu en Allemagne, dès 1847, en ayant soin de recueillir, au moyen de rigoles en terre glaise au pied des murs, le liquide en excès. Pour des sculptures et certaines portions des bâtiments, on emploie des brosses molles et, avec avantage, le pinceau. L'expérience a démontré que trois applications faites à trois jours consécutifs suffisent pour durcir convenablement la pierre. La quantité de dissolution absorbée varie avec la nature de la pierre et sa porosité ; la dépense en silicate ne dépasse pas 75 centimes par mètre carré pour les pierres les plus poreuses.

« Ce procédé, appliqué aux nouvelles sculptures de la Bourse de Lille, aux travaux de restauration de l'église Saint-Maurice, à la construction d'une nouvelle église à Wazemmes, à l'hôpital de Seclin, dans quelques travaux du génie militaire et dans des constructions particulières à Lille, a complétement réussi.

« Dès 1841, MM. Benvignat, Marteau et Verly ont constaté l'efficacité de ce procédé. On l'a employé également sur d'autres points, à Versailles, à Fontainebleau, à la cathédrale de Chartres, à l'hôtel de ville de Lyon, au Louvre, à Notre-Dame de Paris. Les architectes les plus recommandables, MM. Lassus, Lefuel, Viollet-Leduc, etc., ont obtenu les résultats les plus satisfaisants.

...... Toutes ces recherches constituent un ensemble extrêmement remarquable qui a frappé la commission. Chacune des parties de l'habitation de M. Kuhlmann offre un spécimen de chacun des procédés qu'il indique, et l'examen qu'en a fait la commission lui a donné la conviction que la plupart de ces procédés sont destinés à entrer dans la pratique des arts et de l'industrie, malgré les obstacles de la routine (1).

(1) Les Mémoires de M. Kuhlmann sur la *Silicatisation* ont été réunis dans une brochure publiée sous ce titre : *Silicatisation, ou Application des silicates alcalins solubles au durcissement des pierres poreuses, des ciments et des plâtrages, à la peinture, etc.*, in-8°, chez V. Masson, 1858.

CHAPITRE XXI

LE VERRE TREMPÉ, SES PROPRIÉTÉS, SON ROLE SPÉCIAL DANS L'INDUSTRIE DU VERRE. — PROCÉDÉ POUR LA FABRICATION DU VERRE DURCI, EN USAGE DANS LA VERRERIE SIEMENS, A DRESDE. — RÉSUMÉ.

Un chimiste français, M. de la Bastie, a fait en 1875 une découverte d'une grande importance pour l'industrie du verre. Il a trouvé le moyen de rendre le verre dix fois plus dur que le verre ordinaire.

Nous avons examiné divers objets fabriqués avec du verre ordinaire et ayant subi l'opération de la trempe, d'après le procédé de M. de la Bastie. Ce sont des bobèches, des verres de montre, des soucoupes, des plaques, etc. En lançant ces objets sur des dalles, sur le pavé, en les frappant avec assez de force nous n'avons pu en déterminer la rupture. Lorsque cette rupture a lieu, le verre se brise en une infinité de fragments de un ou plusieurs millimètres de côté, affectant la forme de parallélipipèdes droits, ce qui explique pourquoi ces fragments ne coupent pas les doigts lorsqu'on les manie.

Nous avons dit, en parlant des propriétés générales du verre, que les *larmes bataviques* s'obtiennent en laissant tomber du verre fondu dans de l'eau. Les espèces de petites poires ainsi obtenues, sont très-dures. Mais, quand on brise leur queue, tout se désagrege en un instant, et il en résulte une poussière très-fine. La trempe du verre rappelle en quelque chose l'effet des *larmes bataviques*.

Les expériences auxquelles le verre trempé a été soumis, en 1876, ont fait reconnaître dans ce produit des qualités importantes. Une feuille de verre trempé de 4 millimètres d'épaisseur ne s'est pas brisée sous le choc d'un poids de 100 grammes tombant de 5 mètres de hauteur, tandis qu'une feuille semblable de verre ordinaire s'est brisée pour une hauteur de chute de 60 centimètres. M. Siemens a constaté la grande résistance de ces verres, soit à l'action brusque du feu d'un foyer, soit à celle d'une lampe à modérateur puissante.

Hâtons-nous de dire pourtant que les essais qui ont été faits des échantillons de ce verre ont prouvé aux verriers de la Belgique et du nord de la France que le verre à vitre n'aurait pas trop à craindre de cette invention nouvelle. Le *verre durci* paraît appelé à recevoir de tout autres applications que la fabrication des vitres. Il ne remplacera point le verre à vitre de nos appartements ; mais, pour la toiture des gares ou d'ateliers, les pavages, etc., son emploi pourra devenir général. La gobeletterie de verre aura probablement à redouter la concurrence du verre durci. La poterie pourra également être menacée, et ce sera peut-être le principal emploi de ce nouveau produit. On en fera de la vaisselle et des objets de résistance propres à divers usages.

Ce qui s'opposera à l'emploi de ce verre pour les vitres, c'est l'impossibilité où l'on est de le couper. Dès que sa surface est entaillée par un diamant ou un autre corps très-dur, il se réduit en poudre, comme une larme batavique.

Cette pulvérisation, toutefois, n'est qu'une manière de parler. Ce n'est pas, en effet, une poussière que l'on obtient, mais bien de nombreux fragments. D'ailleurs, une plaque de verre trempé se laisse très-bien entamer par le diamant ; ce n'est que quand on veut la couper en long qu'elle se réduit en éclats.

Les vases de verre trempé vont bien au feu, avec ou sans liquide. Les qualités du verre n'en éprouvent aucune altération, et l'on peut faire bouillir l'eau dans un flacon ou une capsule de verre trempé, comme dans un vase de métal.

Le procédé employé par M. de la Bastie pour obtenir ce curieux produit, consiste à ramollir d'abord le verre par la chaleur,

puis à le *tremper*, c'est-à-dire à le plonger dans un mélange liquide convenablement choisi et dont l'huile est la base.

On a dit que la trempe du verre est analogue à celle de l'acier ; mais il ne faudrait pas prendre pour type la trempe à l'eau froide, car ce traitement augmente la fragilité de l'acier, en même temps que sa dureté. La trempe du verre ressemble à la *trempe de l'acier à l'huile*, que l'on emploie dans l'artillerie et dans la marine pour les aciers à canons de campagne et pour les tubes intérieurs des pièces de gros calibre. On sait que la résistance au choc est considérablement augmentée par la trempe de ces objets métalliques dans l'huile.

MM. de Luynes, professeur au Conservatoire des arts et métiers, et Feil ont étudié le phénomène étrange propre au verre trempé, qui vole en éclats lorsqu'on veut le couper avec le diamant.

Il n'est pas possible, disent ces chimistes, d'entamer un morceau de verre trempé, à l'aide de la scie, du foret ou de la lime, sans que ce verre éclate, à la façon des larmes bataviques. Cependant on peut, dans quelques cas particuliers, scier ou percer le verre trempé sans le rompre. Un disque peut être percé à son centre sans éclater, mais il se brise quand on le perce en un autre point, ou lorsqu'on le scie suivant un diamètre. En examinant, à l'aide de la lumière polarisée, une plaque carrée de glace de Saint-Gobain trempé, on y aperçoit une croix noire, dont les branches sont parallèles aux côtés du carré. Il est toujours possible de scier la plaque suivant les directions de ces lignes sans qu'elle se brise ; mais, en dehors de ces lignes, parallèlement ou transversalement à leurs directions, on ne peut scier ou percer la plaque sans qu'elle vole en éclat.

Depuis que la découverte de M. de la Bastie a été rendue publique, c'est-à-dire depuis l'année 1875, plusieurs usines se sont adonnées à la fabrication du verre trempé. Dans la verrerie de M. F. Siemens, à Dresde, ce produit nouveau se fabrique couramment.

Il est très-intéressant de connaître le procédé employé pour durcir le verre. La trempe ne s'opère plus, comme le faisait M. de la Bastie, au moyen du bain d'huile, mais par la *fonte en coquille*, ce qui permet de produire des plaques plus grandes. Ces plaques ont une très-belle apparence ; elles se moulent suivant les formes les plus fines. Le seul inconvénient qu'elles présentent est de ne pouvoir être coupées avec le diamant. Il faut donc leur donner une forme définitive, dans la fabrique, au moyen du moulage.

Après des essais qui ont duré un an, on a organisé en 1877, dans la verrerie Siemens, la production en grand du verre trempé.

La résistance au choc ou à la pression du verre trempé par la *fonte en coquille* est plus considérable que celle du verre trempé au bain d'huile, dans le rapport de 5 à 3. La cassure de l'un est fibreuse, tandis que celle de l'autre est granuleuse.

Comparativement au verre ordinaire, le verre trempé est 8 à 10 fois plus résistant. A la *Société polytechnique* de Berlin, en 1877, on a laissé tomber de différentes hauteurs, une balle de plomb, pesant 120 grammes, sur des feuilles de verre disposées horizontalement sur 4 appuis. Une chute de ce poids, à 30 centimètres de hauteur, brise une plaque de verre ordinaire ; une plaque trempée ne fut brisée que par une chute à 2 mètres de hauteur, une autre à 3 mètres, et il fallut même plusieurs chocs de la balle.

On ne peut donc pas dire, rigoureusement, que le verre trempé soit *incassable*, comme on l'avait d'abord assuré. Seulement il résiste dix fois plus à la rupture que le verre ordinaire, et c'est là un très-important résultat.

Résumé. — On vient de voir combien d'emplois variés, quelles applications mul-



Fig. 102. — Le Palais de cristal, dans les jardins de Sydenham.

tiples, a reçus le verre. Il ne sera pas hors de propos de résumer, en terminant cette Notice, les services que cette substance a rendus et rend chaque jour à la civilisation, au bien-être, à la science, à l'industrie générale des nations.

Né avec les sociétés primitives, le verre ne disparaîtra qu'avec la civilisation. Après le fer, après les poteries, il n'est pas de substance qui puisse rivaliser avec lui, sous le rapport de l'utilité. Sans le verre, les sociétés humaines perdraient les plus vives jouissances de la vie domestique. Sans le verre, les sciences physiques et chimiques n'existeraient pas. Sans le verre, l'astronomie n'aurait jamais pu sonder les abîmes de l'espace, et découvrir à notre esprit émerveillé les mystères des mondes.

Comment ne pas être pénétré de reconnaissance pour les bienfaits que nous devons au verre qui garnit, par exemple, les vitres de nos fenêtres. Pendant que le froid, la pluie et la fureur des éléments sévissent au dehors, la vitre nous abrite de leur action désastreuse, et cela sans nous priver de l'action de la lumière. Elle nous transmet le jour, tout en écartant le froid, la pluie ou la chaleur.

Quels avantages ne donne pas à l'économie domestique cette précieuse substance ; et d'autre part, quelle admiration ne doit-on pas éprouver pour les progrès de l'industrie moderne, quand on a vu d'énormes édifices, comme le *Palais de cristal*, qui servit à recevoir l'immense Exposition universelle de Londres, en 1862, et qui subsiste aujourd'hui dans le féerique palais de Sydenham, être tout entier bâti en cristal et composé,

de haut jusqu'en bas, de cette magnifique matière (fig. 102).

Appliqué à la gobeletterie, le verre nous fournit les bouteilles pour la conservation des liquides, et les vases de toute nature qui servent aux usages, infiniment variés, de la vie domestique. Il conserve nos boissons et nos aliments, orne nos tables et nos dressoirs. Il régularise l'éclairage et en amplifie la puissance.

Recouvert d'une couche d'un métal éclatant, le verre conserve indéfiniment à ce métal, son poli, son éclat, son puissant pouvoir réflecteur, et nous donne les miroirs.

Les sciences physiques et chimiques n'existent que grâce au verre. Sans cette substance, il eût été impossible de faire la moindre expérience de chimie, de fabriquer ni de conserver des réactifs acides, alcalins, des sels neutres, simples ou composés, de manier des gaz, de faire des analyses, etc. Le verre est le père de la chimie.

La photographie, par exemple, n'aurait jamais pu apparaître, sans les lentilles de verre qui servent à produire l'image de la nature dans la chambre obscure, et sans les réactifs chimiques qui servent à exécuter le reste des opérations.

Même remarque pour la physique. Comment, sans le verre, aurait-on pu fabriquer une machine pneumatique, un thermomètre, un baromètre? Si le verre n'eût pas existé, Newton aurait-il jamais pu décomposer la lumière?

Aurait-on pu construire, sans le verre, ces télescopes qui font pénétrer notre vue au fond des espaces planétaires, et qui nous dévoilent le véritable arrangement des mondes qui composent l'univers? Et le microscope qui nous révèle dans l'infiniment petit les merveilles que le télescope nous dévoile dans l'infiniment grand, aurait-il pu être construit sans le cristal. Les lunettes, qui remédient si bien aux infirmités naturelles des myopes et des presbytes, sont encore un bienfait précieux que nous devons à cette même substance.

Voyez tout ce que l'industrie moderne a su tirer des propriétés du verre, de sa prodigieuse transparence, du pouvoir réfringent du cristal, de son éclat quand il a été taillé. Ne vantez pas trop ces vases de Bohême, que notre industrie nationale dépasse en se jouant; mais jetez les yeux sur les cristaux scintillants des lustres et pendeloques taillés à Baccarat, à Saint-Louis, et dans les fabriques de la Belgique et de l'Angleterre ; sur ses mille facettes où les rayons de la lumière, incessamment brisés, décomposés, se jouent en reflets d'arc-en-ciel infinis. Allez aux bords de nos plages, parcourez les bords de l'Océan ou de la Méditerranée, et vous jetterez un coup d'œil de reconnaissance, d'attendrissement et de respect à ces admirables phares de cristal, protecteurs tutélaires des navigateurs, qui, de loin, annoncent aux marins l'approche des côtes et les avertissent des écueils.

On ne finirait pas d'énumérer les services que le verre rend à la science, aux arts, à l'industrie, aux besoins domestiques, aux actes individuels de l'homme en société, au pauvre comme au riche, à l'ignorant comme au savant. Économie domestique, sciences, civilisation, progrès et bien-être, nous devons presque tout cela au verre. C'est donc avec intention que nous avons traité ce sujet au début de cet ouvrage, et que nous avons ouvert la série des *Merveilles de l'industrie* par cette merveille qui s'appelle le *Verre!*

FIN DE L'INDUSTRIE DU VERRE ET DU CRISTAL.

INDUSTRIE

DES POTERIES, DES FAÏENCES

ET DES PORCELAINES

CHAPITRE PREMIER

L'ÉTUDE DE L'ART CÉRAMIQUE EST L'ÉTUDE PRÉPARATOIRE DE LA CIVILISATION ET DES ARTS. — LA POTERIE AVANT LES TEMPS HISTORIQUES. — FORMES DES POTERIES CHEZ L'HOMME PRIMITIF. — LA POTERIE A L'ÉPOQUE DU RENNE. — LA POTERIE A L'AGE DE PIERRE. — LA POTERIE A L'ÉPOQUE DU BRONZE ET A L'ÉPOQUE DU FER.

La fabrication des vases et des ustensiles en terre cuite fut un des premiers arts créés par l'homme après son apparition sur la terre. Quand il fut parvenu à se fabriquer des armes pour combattre les animaux féroces ou pour se défendre contre leurs attaques, quand il se fut procuré des abris contre l'intempérie des saisons, l'homme dut songer au moyen de conserver des liquides ou des substances solides pour son repas du lendemain. Platon fait remarquer que la poterie a dû être le premier des arts connus, parce qu'il n'est pas nécessaire de faire usage des métaux pour modeler et cuire des vases d'argile.

Les travaux modernes concernant l'homme primitif nous montrent, dans chaque contrée, nos arrière-ancêtres réunis au bord des fleuves, et abrités dans des cavernes ou à l'ombre des grands rochers. Ils trouvaient là les conditions nécessaires à l'existence. En même temps que l'eau pour les usages de la vie, et le poisson pour la nourriture, les fleuves leur fournissaient de l'argile et du limon. Il suffit d'un premier essai heureux, dans lequel un morceau d'argile reçut, par l'empreinte des doigts, une forme creuse, pour conduire nos sauvages parents à fabriquer des écuelles destinées à contenir des liquides. On fit d'abord durcir ces vases au soleil. Mais bientôt l'homme ayant fait la découverte du feu, l'une de ses premières conquêtes dans la lutte qu'il était appelé à soutenir contre la nature, les poteries furent cuites dans des foyers, au fond d'un trou creusé dans le sol. Enfin un dernier progrès apprit aux hommes à cuire avec plus d'avantage encore les poteries, en les mélangeant avec des fragments de pailles de graminées.

On peut donc dire, sans exagération, que l'art de la poterie remonte à l'origine même de l'humanité. La céramique fut l'ébauche de la civilisation. Il faut plus de soins, de reflexion et d'observations pour modeler un vase de terre, et le cuire au feu, que pour tailler des haches de silex, que pour façonner des bois, des os, des peaux ou des filaments, et en fabriquer des vêtements ou des armes. En effet, ces derniers ma-

tériaux, le silex, les os, le bois, les filaments végétaux offrent immédiatement à l'ouvrier, le résultat de son travail. Au contraire, la fabrication des poteries exige toute une série d'opérations, souvent longues et difficiles. Elle marque donc les premiers pas de l'humanité dans la voie de la civilisation et des arts.

Ainsi, l'étude des poteries à travers les siècles peut être considérée comme l'étude des débuts de la civilisation des sociétés humaines.

Tandis que les ustensiles habituels de l'homme, ou les produits de son industrie, sont détruits par le temps, au contraire les terres cuites et les poteries se conservent sans s'altérer. Il résulte de là que les différents vases que la piété de nos ancêtres plaçait dans les tombeaux, à côté des morts révérés ou chéris, nous révèlent, lorsqu'ils sont aujourd'hui exhumés, le degré d'avancement et de progrès intellectuel des peuples qui les avaient façonnés. Les formes des vases funéraires, les inscriptions, les dessins, les sujets qu'ils représentent, nous initient à l'histoire, aux mœurs, aux habitudes des nations disparues. Et souvent aucune autre trace certaine ne nous est restée de ces générations antiques.

Cette Notice sur l'*industrie des poteries* doit donc commencer, pour être conforme aux progrès récents de la science, par l'examen des œuvres de l'homme dès son apparition sur la terre.

La connaissance des mœurs et coutumes de l'industrie et du mode d'alimentation des premiers hommes, est de date fort récente; mais elle est établie sur des bases certaines. La science de l'*homme primitif*, de l'*homme antédiluvien*, comme on l'appelle quelquefois, est fondée aujourd'hui d'une manière irrécusable. C'est cette jeune science qui va nous fournir les données nécessaires pour retracer ici l'origine et le développement de l'art céramique, pendant la longue série de ces âges ténébreux que l'on appelle les *temps anté-historiques*.

Les naturalistes contemporains, qui ont créé la science des origines de l'homme, divisent en plusieurs périodes l'histoire du développement intellectuel et moral de l'humanité. On distingue, comme nous l'avons établi dans notre ouvrage intitulé : *L'Homme primitif* (1), deux grandes périodes dans l'évolution de l'humanité ante-historique, et ces périodes ont pour base de durée la nature des substances dont les hommes faisaient usage pour les besoins de leur industrie. Ces deux périodes sont : l'*Age de pierre* et l'*Age des métaux*.

L'*âge de pierre* se subdivise lui-même en trois époques, à savoir :

1° L'époque du grand ours et du mammouth ;

2° L'époque du renne ;

3° L'époque de la pierre polie.

L'*âge des métaux* comprend :

1° L'époque du bronze ;

2° L'époque du fer.

A quelle époque faut-il rapporter l'invention des poteries, et peut-on fixer cette époque avec quelque précision ? La science de l'homme primitif répond de la manière suivante à cette question.

Nulle trace de poterie n'existe dans les grottes et cavernes que l'homme a habitées pendant la première période de l'apparition de l'humanité, c'est-à-dire pendant l'*époque du grand ours et du mammouth*.

Les poteries étaient-elles connues à l'époque du renne ? Le fait est encore incertain. On ne possède qu'un seul objet de poterie appartenant à l'époque du renne.

M. Édouard Dupont, naturaliste belge, dans sa célèbre exploration des cavernes de Furfooz (Belgique), travail qui contribua beaucoup à la création de la science qui

(1) Un vol. grand in-8°, avec planches. Paris, chez Hachette.

nous occupe, trouva des fragments de poterie qui appartenaient certainement à l'époque du renne, car les débris de l'industrie primitive qui remplissaient cette caverne étaient positivement propres à cette époque. M. Édouard Dupont, dans son *Étude sur l'Ethnographie de l'homme de l'âge du renne dans les cavernes de la vallée de la Lesse* (1), a donné le dessin, que nous reproduisons ici, de ce vase, reconstitué par la pensée, avec les débris qu'on en a recueillis.

Le *vase de Furfooz* (fig. 103) est le monument le plus ancien connu jusqu'à ce jour, de la céramique primitive. C'est le seul échantillon qui ait jamais été recueilli des poteries appartenant à l'âge du renne. Aussi l'existence d'une seule pièce de poterie pour la période de l'âge du renne, a-t-elle amené beaucoup de naturalistes à rejeter le fait. Quoi qu'il en soit, nous avons cru devoir mettre sous les yeux de nos lecteurs cet intéressant spécimen.



Fig. 103. — Poterie de l'âge du renne.

S'il reste quelques doutes sur la connaissance de la céramique par les hommes à l'âge du renne, ces doutes ne sauraient subsister pour l'époque de la *pierre polie*. Alors, en effet, les objets en poterie sont extrêmement nombreux, et établissent d'une manière certaine l'existence de l'art du potier à cette époque.

Voici trois dessins (fig. 104, 105 et 106) que nous empruntons à des mémoires spéciaux, et qui représentent les vases trouvés dans les restes d'une de ces *habitations lacustres*, de l'âge de la pierre, dont la découverte a jeté tant de lumières sur les mœurs et coutumes de l'homme anté-historique. On remarque encore sur ces vases l'empreinte des doigts du potier. Ils ont été cuits, sinon au soleil, du moins à un feu très-insuffisant.



Fig. 104 et 105. — Vases de l'âge de pierre.

(1) *Notices préliminaires sur les fouilles exécutées sous les auspices du gouvernement belge, dans les cavernes de la Belgique*, par M. Édouard Dupont, t. II. *Étude sur l'ethnographie de l'homme de l'âge du renne* (station humaine de Furfooz), p. 64, et pl. IX, f. 1, in-8°, Bruxelles, 1867.

M. Desor, dans son remarquable mémoire



Fig. 106. — Vase de l'âge de pierre.

sur les *Palafittes*, ou habitations lacustres, nous dit, en parlant des vases de terre cuite trouvés dans les lacs de la Suisse et appartenant à l'époque de la pierre polie, que les vases de terre cuite qui remontent à cette période, étaient informes et grossiers; que c'étaient, pour la plupart, de grands vases façonnés à la main. On cuisait simplement ces grossières ébauches de l'art du potier dans des trous creusés en terre, que l'on remplissait de branchages.



Fig. 107. — Fragment de vase de l'âge de bronze.

« La pâte de ces poteries est peu homogène, dit M. Desor, grise ou noire, jamais rouge, toujours mélangée de petits cailloux siliceux, destinés sans doute à parer aux inconvénients d'une cuisson inégale et imparfaite. »

La figure 106 représente, d'après le mémoire de M. Desor sur les *Palafittes* (1), un vase provenant des habitations lacustres de l'âge de la pierre. Ce vase, d'une faible dimension, est rétréci par le bas, et il est muni d'un rebord grossièrement frangé. Il paraît avoir servi à contenir des fruits ou des graines alimentaires.

A l'époque de la pierre polie, qui marque les débuts de la céramique, le tour à potier n'était pas encore inventé. C'est ce que l'on

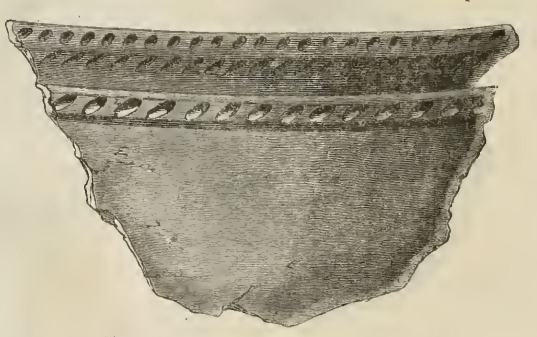


Fig. 108. — Fragment de vase de l'âge de bronze.

reconnaît à l'inégalité des formes de ces vases. Le tour à potier, s'il eût été connu à cette époque, n'aurait pu fournir les bosselures inégales, les reliefs capricieux qui accusent la main nue et inexpérimentée de l'ouvrier de ces temps barbares.

MM. Garigou et Filhol ont recueilli dans les cavernes de l'Ariége, qui appartiennent à l'âge de pierre, des restes de poteries grossières, en argile, munies d'anses, et de forme tout à fait primitive. Parmi les fragments de poteries trouvés par ces observateurs, il en est un qui mesure 28 centimètres de hauteur, et qui a dû faire partie d'un vase

(1) *Les Palafittes, ou Constructions lacustres du lac de Neuchâtel*, par L. Desor, in-8°. Paris, 1865.



Fig. 109 à 113. — Vases de l'âge du bronze.

d'un demi-mètre de hauteur. Ce vase, nécessairement très-lourd, était suspendu par des cordes, ainsi que le prouvent trois trous percés dans un autre fragment du même objet.

A l'époque du bronze, le tour à potier n'est pas encore inventé, et pourtant on voit déjà apparaître les premières créations de l'art.

Les figures 109 à 113 représentent, d'après le mémoire de M. Desor, des poteries de l'âge de bronze, ou des fragments de cette poterie.

« La poterie de l'âge du bronze, dit M. Desor, bien que préparée de la même manière que celle de l'âge précédent, et sans l'aide du tour, se distingue par une bien plus grande variété de formes et de contours. Si la pâte des grands vases est encore grossière et caractérisée par le même mélange de petits cailloux siliceux, il n'en est pas de même de celle des petits vases, qui est fine, très-homogène, et souvent enduite d'un vernis de graphite. On est frappé en même temps de l'élégance des formes et des belles proportions de ces vases. Il n'est pas rare d'y trouver des rudiments de dessins, gravés à la pointe, qui représentent soit des chevrons, soit de petits triangles, quelquefois de simples rangées de points alignés autour du col ou entourant l'anse. La plupart des vases sont coniques à la base, en sorte que, pour les faire tenir debout, il fallait ou bien les enfoncer dans le sable ou la terre, ou bien les poser sur des espèces de torches ou anneaux en terre cuite destinés à cet usage.

« Même les grands vases à pâte grossière ne sont pas dépourvus d'ornements. Ils ont souvent le col entouré d'une sorte de cordon tordu qui a dû être appliqué à la main, car on y reconnaît fréquemment la trace des doigts.

« On trouve aussi des écuelles, des plats, des vases percés de petits trous (fig. 107, page 162), évidemment destinés à égoutter des matières liquides, et ayant peut-être servi à la fabrication du fromage (1).»

A l'*époque du fer*, le tour à potier est inventé et l'art de la céramique commence à prendre son essor. En effet, l'époque du fer touche aux temps historiques; elle est fixée à environ 2000 ans avant Jésus-Christ. A partir de ce moment, on peut donc interroger les civilisations de l'Asie et de l'Europe, pour leur demander les témoignages authentiques de l'état de la poterie à cette aurore de la civilisation.

CHAPITRE II

LES POTERIES CHEZ LES PEUPLES CELTIQUES ANCIENS. — — LES HABITATIONS LACUSTRES DE LA SUISSE, DE LA SAVOIE, DE L'ALLEMAGNE. — LES PEUPLADES SCANDINAVES. — LES PEUPLADES PRIMITIVES ÉTABLIES EN ANGLETERRE. — LE VASE DE NOÉ.

Presque tous les historiens admettent qu'à l'aurore des temps historiques, qui correspond à l'âge du fer, il s'effectua une grande migration humaine. Partant de l'Asie Mineure et s'arrêtant dans les pays qui leur convenaient, les peuples Ariens, ou *Caucasiques*, d'après le nom de la *race caucasique* qui leur est resté, s'avancèrent vers l'Europe, poussés par d'autres tribus nomades qui les suivaient.

D'après les traditions, quelques-unes de ces peuplades s'établirent à demeure dans les contrées qui forment aujourd'hui la Suisse, la Savoie et une partie de l'Allemagne. Là, d'un côté les montagnes, d'autre part les lacs, leur offraient des abris contre les attaques des tribus qui les suivaient.

Des recherches toutes modernes sont venues confirmer cette tradition. Hérodote avait parlé d'hommes qui vivaient dans des cavernes et d'autres hommes qui s'étaient créé des habitations dans les lacs. Ce genre de construction *lacustre* signalé par Hérodote, un abaissement anormal arrivé aux eaux des lacs de la Suisse, en 1854, permit de le reconnaître. On découvrit alors sous des couches de vase et de tourbe, de nombreux vestiges de bourgades, qui, d'après les calculs des ingénieurs, pouvaient contenir plus de 8,000 habitants.

Ces constructions ont reçu le nom de *lacustres*, c'est-à-dire propres aux lacs ou étangs. Elles se composent de réduits en bois, de 3 à 5 mètres de diamètre, bâtis sur des pilotis enfoncés à une assez grande profondeur dans la vase qui forme le fond des lacs.

Les fouilles exécutées dans les lacs de la Suisse et de la Savoie ont permis de recueillir un très-grand nombre d'objets, qui ont donné aux archéologues le moyen de fixer l'époque à laquelle ces constructions devaient renfermer des habitants. A l'Exposition internationale de 1867, presque toute une salle avait été consacrée aux trouvailles faites dans les habitations lacustres, et depuis cette époque, des travaux remarquables ont été publiés sur les vestiges de ces civilisations primitives.

D'après l'état des terrains, les géologues admettent que les premières cabanes construites sur les lacs de l'Helvétie, pour abriter des agglomérations humaines, doivent remonter au moins à 2000 ans avant Jésus-Christ.

M. Demmin, l'auteur du *Guide de l'amateur*, qui a pu enrichir sa collection de plusieurs exemplaires des poteries retirées du fond des lacs, s'exprime ainsi au sujet de ces poteries :

« Les vestiges des poteries lacustres trouvées se divisent en deux catégories, savoir : 1° *poteries lacustres de l'âge de la pierre* confectionnées en argile grossière, dont la pâte est généralement mélangée de grains de quartz, vases sans aucune ornementation, indiquant l'enfance de l'art, et qui me paraissent avoir été cuits enveloppés dans de la paille, comme cela

(1) *Les Palafittes*, p. 32-35.

se pratique encore chez les Cafres (quelques-unes de ces poteries, un peu plus fines, sont déjà cependant coloriées par le graphite) ; 2° *poteries lacustres de l'âge du bronze*, remontant peut-être à 1000 ou 1500 ans avant l'ère chrétienne, dont la variété de formes est déjà plus grande, et parmi lesquelles on en rencontre d'ornementées. Presque chaque bourgade de l'époque dite l'âge du bronze avait son établissement particulier de poterie. »

Au fond du lac du Bourget, près d'Aix-en-Savoie, on a également trouvé un grand nombre de poteries lacustres qui remontent à l'âge de la pierre. Les pilotis de ces anciennes habitations, que l'on a découverts à une distance de 100 mètres du rivage, occupent environ 20,000 mètres carrés. Les objets trouvés remplissent plusieurs salles de la *Société savoisienne d'histoire et d'archéologie*, dont le siége est à Chambéry.

Les musées de la Suisse (Neuchâtel, Zurich, Genève, etc.) contiennent un grand nombre d'objets recueillis dans les habitations lacustres de ses principaux lacs. Le musée de Stuttgard et celui de Sigmaringen possèdent également de nombreux exemplaires des objets trouvés dans les lacs de l'Allemagne et du Tyrol.

Nous sommes entré dans ces détails pour justifier l'ordre chronologique que nous suivons dans cette Notice. Les poteries lacustres sont antérieures à celles de l'ancienne Asie et à celles de l'Égypte. Si l'on ne tient pas compte de la manière un peu fantaisiste dont les Égyptiens calculaient l'âge de leurs dynasties, on arrivera à cette conclusion que les premières poteries celtiques, ou poteries lacustres de l'âge du fer, sont antérieures à celles de l'Asie et à celles qui ont été découvertes dans les tombeaux de l'ancienne Égypte.

La même remarque s'applique à certaines poteries de la Scandinavie, qui ont été fabriquées sans l'emploi du tour, et dont les plus anciennes ont été cuites dans des trous creusés dans le sol, parce que les potiers de cette époque n'avaient pas encore construit de fours. M. le docteur Klemm a fait remarquer qu'il existe une grande analogie entre ces anciennes poteries et celles que fabriquent encore de nos jours les Cafres. Chez ces peuplades du sud de l'Afrique on cuit les vases d'argile dans des trous, après les avoir entortillés de paille et de résine.

Il y a dans le musée royal de Copenhague plusieurs exemplaires de ces vieilles poteries scandinaves. Elles remontent à l'âge de la pierre et à celui du bronze. Elles y sont indiquées sous le nom de *Lierkar* (jarres de terre glaise). A l'Exposition de 1867, nous avons vu quelques spécimens de ces poteries. Elles accompagnaient des *Kjoekken-moeddings* (débris de cuisine) et avaient été recueillies dans des fouilles où l'on avait rencontré les ossements des bêtes qui avaient servi aux repas, avec les ustensiles qui avaient aidé à leur préparation.

On a trouvé aussi dans les anciens tombeaux de plusieurs contrées de l'Angleterre, des poteries presque semblables à celles de la Scandinavie, et qui appartiennent à l'âge du bronze. On en voit des exemplaires au Musée britannique du Louvre, et dans d'autres musées.

La poterie anglo-saxonne est d'une époque postérieure et a été cuite au four.

Ainsi, dans le nord de l'Europe, on a trouvé, comme en Suisse, en Savoie et en Allemagne, des ustensiles en terre cuite, des poteries, qui sont contemporaines de l'établissement des premières peuplades humaines dans ces contrées.

De nos jours, on rencontre souvent, dans les tombeaux anciens de l'Asie Mineure, des poteries siliceuses bleues, ayant la forme d'une gourde lenticulaire, à goulot cylindrique bordé, et qui étaient évidemment destinées à contenir du vin. Ces vases sont en grande vénération dans le pays. D'après la tradition générale, ils remonteraient à une si haute antiquité qu'ils ne seraient qu'une imitation de la gourde dans laquelle

Noé aurait trouvé l'ivresse, après avoir fait la récolte de la vigne, qu'il avait plantée.

Quoi qu'il en soit de cette légende, il est permis de supposer que Noé, un des hommes les plus instruits de son époque, aurait attaché son nom à ce vase, qui était destiné à renfermer la précieuse liqueur dont on lui attribue l'invention.

Nous voilà conduits à la période véritablement historique, à celle où les documents écrits viennent en aide à nos investigations. C'est dans cette phase que nous allons pouvoir étudier les véritables progrès de la céramique.

CHAPITRE III

LA POTERIE PENDANT LES TEMPS HISTORIQUES, LA CHINE ET L'AMÉRIQUE RÉSERVÉES. — LA POTERIE CHEZ LES PEUPLES DE L'ASIE ORIENTALE. — LA POTERIE DANS L'ASIE MINEURE, L'ASSYRIE, LA BABYLONIE, LA MÉDIE, ETC. — LES BRIQUES ÉMAILLÉES DE BABYLONE. — LE PALAIS ASSYRIEN DE KHORSABAD. — LES RUINES DE WARKA DANS LA MÉSOPOTAMIE. — LES MURS D'ECBATANE.

Si nous voulions suivre dans l'histoire de la poterie un ordre absolument chronologique, nous devrions traiter ici de la poterie en Chine, et même en Amérique. On voudra bien considérer pourtant que les poteries de la Chine, quelque anciennes qu'elles soient, n'ont été connues et ne sont parvenues en Europe qu'au XVe et au commencement du XVIe siècle.

Les poteries chinoises, dès qu'elles ont été importées en Europe, ont exercé une influence considérable sur la céramique. Elles exigent une étude toute particulière. Mais cette étude ne peut trouver sa place à l'époque où cette influence se fit sentir, c'est-à-dire au XVe siècle. Pour une raison analogue, nous ne parlerons que plus tard des poteries américaines, dont l'origine se perd dans la nuit des temps, et qui n'ont été bien connues que de nos jours.

C'est par la Babylonie et l'Assyrie que nous commencerons l'histoire de la poterie dans l'Antiquité.

L'histoire nous apprend que Babylone, l'une des plus anciennes villes du monde, fut fondée 2600 ans avant l'ère chrétienne, par Bélus, que l'on croit être le Nemrod de l'Écriture sainte. Ses murailles avaient 8 myriamètres de circuit, 66 mètres de hauteur, 16 d'épaisseur, et étaient *bâties en briques*.

Les briques ont dû être les premiers matériaux artificiels employés par les hommes, lorsqu'ils ont commencé à bâtir dans des terrains d'alluvion. En effet, ces pays qui furent les premiers habités, à cause de leur fertilité, sont généralement dépourvus de pierres propres aux constructions; tandis que la matière meuble plastique, argileuse, de leur sol, se prête facilement aux formes qu'on veut lui donner. Il suffit de prendre l'argile qui forme le lit de beaucoup de rivières, de la façonner en formes régulières, et de la cuire au fond d'un trou, avec des branchages, ou tout simplement, de l'exposer à un soleil ardent, pour obtenir de bons matériaux de construction. On s'explique donc sans peine que les briques entrent dans la construction de la plupart des bâtiments anciens. Le palais de Crésus, à Sardes, celui de Mausole, à Halicarnasse, celui d'Attale, à Tralles, étaient bâtis en petites briques très-dures, et de couleur rouge.

Des débris de briques ont été recueillis dans les ruines de Babylone, et ces briques sont *émaillées*. Voici ce qu'en dit M. Riche dans son *Voyage aux ruines de Babylone*.

« ... Au nord est une vallée à laquelle succède la grande masse (de bâtiments en ruines) d'une figure presque carrée... C'est la portion la plus intéressante des ruines de Babylone... Les *briques* y sont du plus beau type, cet endroit en est le plus grand magasin... On voit dans toutes ces excavations des ruines de briques cuites... et de plus parmi les objets épars... des morceaux de *belles poteries* et une grande

quantité de *tuiles vernies dont la couleur et l'éclat sont encore étonnamment frais.* »

Des fragments des murs de Babylone existent à la bibliothèque de la rue de Richelieu, et le musée de céramique de Sèvres possède deux échantillons de briques ayant plus de 35 centimètres de côté. Nous donnons ici (fig. 114, 115) le dessin de ces briques du musée de Sèvres.

On a émis l'opinion que ces fragments, comme d'autres qui enrichissent quelques musées, proviendraient bien des ruines de Babylone, mais appartiendraient à une époque



Fig. 114 et 115. — Briques émaillées de Babylone.

postérieure, c'est-à-dire à celle de la destruction de cette ville par Darius (522 ans avant J.-C.), ce qui, du reste, leur donnerait encore une antiquité vénérable. Mais monsieur Brongniart, après de nombreuses recherches, affirme que les briques et carreaux émaillés qu'on trouvait encore il n'y a pas longtemps dans les ruines de Babylone, appartenaient bien à l'ancienne ville de Bélus, et qu'il est également sûr que les morceaux conservés à la bibliothèque viennent des ruines de Babylone, d'où ils furent rapportés, vers 1790, par l'abbé de Beauchamp, vicaire apostolique à Bagdad.

Ces briques offrent les particularités suivantes. La pâte est absolument semblable à celle des briques non cuites, c'est-à-dire grossière et de couleur gris sale, mais devenue rouge par la cuisson. Elle renfermait, avant d'être cuite, des tiges de graminées qui ont été brûlées, mais qui ont laissé leur empreinte dans la pâte. L'un de ces fragments (fig. 114) porte une espèce de rosace en glaçure épaisse et blanche; l'autre (fig. 115) qui provient d'une des portes de Babylone, est vernissée en beau bleu et en beau jaune.

M. Jacquemart a eu l'occasion d'étudier d'autres briques recueillies dans les ruines de Babylone.

« Ces briques, dit-il, en terre d'un blanc jaunâtre tournant au rose, sont enduites d'une glaçure composée de silicate alcalin d'alumine, sans traces de plomb ni d'étain ; l'argile n'est pas recouverte partout, réservée dans certains points, elle ajoute par sa couleur cornée à la variété des dessins où dominent le bleu turquin des Égyptiens, un ton gris bleuté, assez peu déterminé, mais plus foncé que la teinte céleste, un blanc plus ou moins pur, rehaussé de quelques points jaunâtres dus, sans doute, à une ocre ferrugineuse.

« Des rosaces, des palmettes, des oves, des dispositions symétriques se rapprochant de l'art grec, tel est le style général, non-seulement des briques babyloniennes, mais encore des fragments céramiques recueillis en Phénicie, en Assyrie, en Arménie et jusque dans la Perse antique. Leur réunion avec des grains travaillés en émail et en verre, prouve à quel point d'avancement était arrivé, dans ces contrées, l'art des vitrifications (1). »

M. Place, consul de France, qui a fait faire de nombreuses fouilles dans les ruines du palais assyrien de Khorsabad, confirme ce qu'avaient dit les historiens, que les briques

(1) *Merveilles de la céramique*, 1re partie, page 170. In-12, Paris, 1868.

formaient le revêtement des quais et des murailles intérieures de Babylone. Il a rencontré, encore debout, un mur de cinq pieds de haut sur vingt-un pieds de long, entièrement revêtu de briques peintes en couleurs vitrifiées, et représentant des hommes, des animaux et des arbres.

L'auteur anglais, Kennet Loftus, le premier Européen qui ait visité les anciennes ruines de Warka, dans la Mésopotamie, s'exprime en ces termes :

« Warka est, sans aucun doute, l'Érek de l'Écriture, la seconde ville de Nemrod ou l'Orchoé des Chaldéens. Les remblais qui se trouvent à l'intérieur des murs offrent des objets d'un grand intérêt pour l'historien et l'antiquaire. Ces remblais se composent littéralement de cercueils empilés les uns sur les autres, à une hauteur de quarante-cinq pieds. Cette ville doit évidemment avoir été le grand cimetière des générations chaldéennes, de même que Meshad-Ali et Kerbella sont de nos jours les cimetières des Perses. Les cercueils sont de nos jours très-étrangement construits ; ils ont généralement la forme d'une baignoire ouverte, mais les parois en sont plus basses et de forme symétrique, et ils sont pourvus d'une large ouverture ovale destinée à l'introduction du corps. Cette ouverture se ferme avec un couvercle en faïence ou en poterie.

« Les cercueils eux-mêmes sont également en terre cuite, enduite d'un vernis de couleur verte et ornée en relief de figures de guerriers munis d'étranges et énormes coiffures, vêtus d'une tunique courte et d'une sorte de long jupon sous cette tunique, avec une épée au côté, les bras appuyés sur les hanches et les jambes écartées. De grandes quantités de poteries et de figures en terre, dont quelques unes sont modelées avec une grande délicatesse, on été trouvées au milieu de ces cercueils ; celles-ci contiennent à l'intérieur une énorme quantité d'ornements en or, argent, fer, cuivre, verre, etc. »

Tous ceux qui ont visité le Louvre reconnaîtront la plus grande analogie entre la description qu'on vient de lire et les figures qui, recueillies dans les ruines de l'Asie Mineure, ornent aujourd'hui les salles dus musée Assyrien, situées au rez-de-chaussée du palais.

Citons un autre exemple de l'emploi des briques dans les constructions de l'ancienne Asie.

Ecbatane (aujourd'hui Hamadan), ville de la Médie, était entourée de murs, qui, d'après Hérodote, étaient peints de *sept couleurs*. M. Brongniart fait remarquer que ces couleurs appliquées sur terre cuite ayant été vitrifiées, les revêtements émaillés de l'Asie Mineure remontent à une bien haute antiquité.

Disons enfin que les mêmes découvertes ont été faites à Ninive. On a trouvé, sur l'emplacement de cette ville, des briques vernissées qui, par le lieu où elles ont été trouvées, appartiennent évidemment aux murs de cette ville, et remontent ainsi à 2500 ans au moins avant Jésus-Christ.

Ces briques vernissées étaient, comme celles de Babylone et d'Ecbatane, peintes en bleu, vert, blanc et rouge.

On voit, en résumé, que dans l'ancienne Asie, l'art du potier avait fait de bonne heure quelques progrès, et que l'émaillage des briques fut le premier pas de l'art céramique dans ces contrées.

CHAPITRE IV

L'ÉGYPTE ET LA JUDÉE. — MODE DE FABRICATION DES POTERIES EN ÉGYPTE. — LES VASES ÉGYPTIENS. — LA SALLE DES DIEUX ÉGYPTIENS AU LOUVRE. — USAGE DES VASES COMMUNS. — VASES A RAFRAICHIR. — LES ISRAÉLITES EN ÉGYPTE. — CAUSE DÉTERMINANTE DE L'EXODE. — LE VEAU D'OR, IMITATION DU BŒUF APIS. — LES FLACONS DU LOUVRE FAUSSEMENT ATTRIBUÉS AUX CHINOIS. — ERREUR SINGULIÈRE DES ARCHÉOLOGUES ANGLAIS.

Si l'on veut un monument authentique de la prodigieuse antiquité de l'art céramique en Égypte, nous citerons la *pyramide de Dashour*. Elle remonte à 3400 ans avant Jésus-Christ, et est construite entièrement en briques, composées de sable séché au soleil et mélangé de paille. On trouve encore mêlées au sable les semences que contenait le limon du Nil, avec lequel ces briques furent fabriquées.



Fig. 116. — Les potiers de l'ancienne Égypte, d'après les peintures des catacombes de Thèbes, exécutés 1900 ans avant J.-C.

Après cet imposant témoignage de la haute antiquité de la céramique brute, on peut citer les poteries cuites au feu que l'on trouve dans des tombeaux, et qui, d'après la chronologie des dynasties égyptiennes, remontent à 2500 ans au moins avant l'ère chrétienne.

Mais l'Égypte ne nous a pas seulement laissé des monuments de l'art céramique ; elle nous a transmis des renseignements précis sur le mode de fabrication des poteries. On a la preuve que le tour du potier était employé chez les Égyptiens dès la plus haute antiquité. Nous verrons plus tard qu'il existait en Chine, à une époque plus reculée encore.

Champollion a décrit des peintures qui furent trouvées dans les catacombes de Thèbes. Ces peintures, qui existaient 1900 ans avant J.-C., représentent les opérations du potier depuis le pétrissage de la pâte avec les pieds jusqu'à l'enlèvement du four de la poterie cuite.

Bien que ces figures aient été souvent publiées, nous croyons devoir les reproduire, à cause du grand intérêt historique qu'elles présentent.

La figure 116 nous montre, A, deux ouvriers *marchant la pâte*, c'est-à-dire la pétrissant avec les pieds. Les hiéroglyphes placés près du personnage de droite signifient « *ils foulent.* »

La figure B représente un ouvrier qui relève la pâte, que son compagnon, C, va porter aux tourneurs. Les hiéroglyphes indiquent cette double opération.

Les figures D et E représentent deux ouvriers tourneurs.

Nous pouvons d'après ce dernier dessin de l'artiste archiséculaire, nous rendre compte de la forme du tour égyptien. Cet engin est

celui que l'on nomme de nos jours *tournette*, ou *roue du potier*, qu'il ne faut pas confondre avec le *tour à pied*. Les indications des peintures qui nous occupent sont si précises, qu'on voit le premier tourneur, D, détacher de la masse de pâte la quantité nécessaire pour le vase qu'il veut faire, et le second, E, façonner l'extérieur de la coupe avec l'index et le pouce opposés l'un à l'autre.

Cette dernière figure (E) a cela de particulier que le bras droit du personnage représente une position et un arrondissement exactement semblables à la position et à l'arrondissement du bras qui se remarquent chez les tourneurs modernes lorsqu'ils exécutent cette même opération. « Si nos ouvriers « avaient été en apprentissage chez leurs « confrères il y a 3700 ans, a dit un auteur « anglais, la ressemblance ne serait pas plus « complète.» Du reste, rien n'est oublié dans ces tableaux. Ainsi le vase que l'on voit entre l'ouvrier représenté par la figure D et celui qui est représenté par la figure E, est évidemment destiné à renfermer l'eau dans laquelle les potiers mouillent leurs doigts, comme cela se pratique encore aujourd'hui, pour tenir, pendant le travail au tour, la pâte dans un état d'humidité convenable.

Le vase étant façonné, il faut maintenant le durcir par l'action du feu. La figure F représente le four cylindrique à bouche latérale dans lequel la cuisson va s'opérer. Un ouvrier alimente le four avec un morceau de bois. On voit les flammes qui s'élèvent du four dans lequel sont renfermés les objets à cuire.

La cuisson achevée, le feu éteint, nous assistons au défournement. Le four cylindrique est représenté dans un autre sens. La porte du foyer est du côté que nous ne voyons pas. Les flammes ont disparu. On ne voit plus que son ouverture supérieure dans laquelle le potier G va prendre les objets cuits, qu'il remet à son aide. Déjà ce dernier a déposé à ses pieds quelques vases retirés du four.

L'inscription hiéroglyphique qui se voit à la droite du dernier personnage, signifie : « *il retire.* »

Les couleurs qui existaient sur ces peintures n'étaient pas chose indifférente. On remarque sur les copies qu'en a faites Champollion, que, tant que les pièces ne sont pas cuites (comme dans les figures A, B, C, D, E), les poteries sont d'une couleur gris-foncé. Mais après le défournement, on leur a donné la couleur rouge, qui est celle des poteries cuites, et particulièrement des anciennes poteries égyptiennes.

Quand on a vu ces peintures, sur lesquelles les opérations du potier sont décrites avec tant d'exactitude, on n'est plus surpris de lire dans l'histoire sainte, que 500 ans avant l'émigration de Jacob, c'est-à-dire 2000 ans avant Jésus-Christ, le royaume d'Égypte renfermait les plus habiles potiers du monde connu.

Les dessins des hypogées ne nous ont pas seulement révélé l'outillage du potier égyptien ; on y trouve des vases aux formes élégantes et variées, avec l'indication de leur usage dans la vie civile, comme dans les cérémonies du culte religieux des Égyptiens.

Les figures 117 et 118 représentent un vase égyptien qui remonte à la plus haute antiquité. Il est peint en couleur bleu-pâle, et sa pâte est dure et demi-translucide. D'autres vases de la même époque sont tout aussi élégants et, en outre, recouverts d'un enduit très-mince.

Peut-être aussi faut-il reporter à cette époque le vase représentant la déesse *Isis et son fils :* c'est un vase figurant un personnage, avec une anse perpendiculaire. La pâte est rouge et luisante. La figure 119 représente exactement cet étrange spécimen de la poterie égyptienne.

Le Musée du Louvre renferme une quantité innombrable de figurines représentant les dieux des Égyptiens. On peut, en parcourant la *salle des dieux égyptiens*, au Louvre, se faire l'idée du caractère artistique

propre à ces productions antiques. La plupart de ces figurines ont été trouvées dans des tombeaux.

On ne possède que peu de poteries de l'antique Égypte ayant un caractère usuel. Cela tient à ce que les Égyptiens attachaient peu de prix à de pareils objets. Ils se servaient de préférence, pour fabriquer leurs ustensiles, des métaux, qu'ils travaillaient avec un art infini. On sait que les bijoux d'or et d'argent, ainsi que d'autres objets métalliques, se trouvent en grande quantité dans leurs tombeaux. Mais comme la poterie commune ne présentait à leurs yeux aucun intérêt, les ustensiles faits de cette substance n'étaient pas déposés dans les tombeaux, et par conséquent, n'ont pas été conservés. Wilkinson, dans son ouvrage sur l'Égypte, a donné la description des cuisines et des repas égyptiens; il parle de buffets chargés de plats et d'assiettes en poterie élégante; mais aucun spécimen de vases de cette nature n'est parvenu jusqu'à nous.

Les auteurs qui ont écrit sur les usages de l'ancienne Égypte ont signalé un assez curieux emploi des poteries, que l'on transportait de la haute Égypte, où se trouvait le centre de la fabrication de la poterie, dans



Fig. 117 et 118. — Vase en poterie de l'ancienne Égypte.

la basse Égypte, où régnaient la richesse et les arts. Elles servaient, comme corps légers, creux et pleins d'air, a alléger le poids des radeaux et bateaux qui naviguaient sur le Nil. Les bateliers attachaient les poteries à leurs radeaux, lorsqu'ils descendaient le fleuve. Quand ils étaient arrivés au Delta, ils défaisaient ces radeaux, et les pièces qui les composaient étaient livrées à la consommation, soit de la Basse-Égypte, soit des pays européens avec lesquels les marchands égyptiens avaient des relations de commerce.

Athénée parle aussi de certains vases à rafraîchir dont la fabrication avait lieu à Coptos. Ces vases étaient tout simplement en terre cuite, mais la terre avait été aromatisée avec la myrrhe, le schénante, etc., et elle parfumait le vin qu'on y versait. Ces substances odorantes devaient être introduites dans la pâte absorbante de ces vases après leur cuisson. En effet, aucune substance aromatique ne pourrait résister, sans être complétement altérée, à l'action du feu destiné à cuire ces poteries.

Après ce coup d'œil sur la poterie en Égypte, nous parlerons des connaissances du peuple hébreu dans le même genre d'industrie.

Joseph, qui fit venir ses frères en Égypte, et qui les établit dans la terre de Gessen, vivait environ dix-huit à dix-neuf siècles avant



Fig. 119. — Vase égyptien antique en poterie.

l'ère chrétienne. Les Hébreux auraient pu s'assimiler rapidement les connaissances techniques des Égyptiens avec lesquels ils étaient en contact journalier. Mais les descendants d'Abraham, d'un caractère très-positif, comme ceux de nos jours, n'étaient pas naturellement portés vers les arts. Ils se livraient de préférence au commerce, lorsque la culture des champs leur en laissait le loisir. Aussi lorsque les Israélites, qui s'étaient multipliés après la mort de Joseph, furent réduits en servitude, nous ne les trouvons pas occupés à la pratique des arts ou des métiers un peu nobles. C'est, il est vrai, à l'une des branches de la céramique qu'ils sont forcés de consacrer leur intelligence et leurs forces, mais c'est à la plus humble de ces branches : ils fabriquent les briques qui doivent entrer dans la construction de la ville de Ramsès.

En étudiant avec soin les briques qui ont été recueillies dans les villes les plus anciennes du monde, on remarque qu'elles sont plus grosses que les nôtres, et qu'un assez grand nombre n'ont pas été cuites. Ces briques crues étaient ordinairement placées dans l'intérieur des massifs de maçonnerie, et, chose étrange, elles étaient néanmoins couvertes d'inscriptions cunéiformes creusées sur la face intérieure, et par conséquent, invisibles de l'extérieur du monument.

Ces briques simplement séchées au soleil, n'auraient pas eu une bien grande solidité; mais à l'argile dont elles étaient composées, on ajoutait de la paille hachée et même des fragments de jonc ou d'autres plantes de marais, ce qui ajoutait à leur consistance.

L'*Exode*, ou le livre de l'Ancien Testament qui raconte la sortie des Hébreux de l'Égypte, nous fournit des détails qui prouvent que de la paille entrait alors dans la fabrication des briques.

« Le roi Pharaon dit : Ce peuple s'est fort multiplié dans mon royaume, vous voyez que cette populace s'est beaucoup accrue; combien croîtrait-elle davantage encore si on lui relâchait quelque chose de son travail !

« Le roi donna donc, ce jour-là même, cet ordre à ceux qui avaient l'intendance des ouvrages du peuple d'Israël, et qui exigeaient d'eux les travaux qu'on leur avait imposés, et leur dit :

« Vous ne donnerez plus, comme auparavant, de paille à ce peuple, *pour faire leurs briques*; mais qu'ils aillent en chercher eux-mêmes.

« Et vous ne laisserez pas d'exiger d'eux la même quantité de briques qu'ils fabriquaient auparavant, sans en rien diminuer, car ils n'ont pas de quoi s'occuper, ils se disent l'un à l'autre : Allons sacrifier à notre Dieu »

L'intendant dit alors aux Hébreux que, par l'ordre de Pharaon, il ne leur donnera plus de paille.

« Allez, cherchez-en où vous pourrez en trouver, et néanmoins on ne diminuera rien de vos ouvrages.

« Et le peuple se répandit donc dans toute l'Égypte, afin d'amasser des pailles. »

Nous pourrions multiplier ces citations; mais nous nous contenterons d'ajouter que ce fut la défense de fournir de la paille aux Hébreux, alors qu'on exigeait d'eux chaque jour la fabrication de la même quantité de briques, qui fut la cause déterminante de l'*Exode*, c'est-à-dire de leur sortie d'Égypte.

L'adjonction de la paille à la pâte argileuse avait pour but de donner plus de solidité aux briques simplement séchées au soleil. Il est pourtant bon de noter que la cuisson des briques au feu était depuis longtemps connue des Israélites. On lit, en effet, au chapitre xi de la *Genèse*, à propos de la construction de la tour de Babel :

« Et comme ces peuples étaient partis du côté de l'Orient, ayant trouvé une campagne dans le pays de Sennaar, ils y habitèrent.

« Et ils se dirent l'un à l'autre : *Allons, faisons des briques, et cuisons-les au feu.*

« Ils se servirent donc de briques comme de pierres, et de bitume comme de ciment. »

Ainsi, à l'époque de leur sortie d'Égypte, époque qui marque la plus haute antiquité à laquelle on puisse se reporter quant à ces peuples, les Hébreux ne savaient pas fabriquer d'autres produits céramiques que les briques, tandis que l'art du potier, comme nous l'avons vu, était déjà singulièrement avancé chez les Égyptiens.

Mais si les Israélites ne pratiquaient pas alors l'art du potier avec toutes les ressources qu'il comportait déjà, ils avaient vu cette fabrication en plein exercice sur les rivages du Nil, et après leur sortie d'Égypte ils commencèrent à appliquer les connaissances techniques qu'ils avaient acquises pendant les temps douloureux de leur esclavage.

Le séjour des Hébreux au milieu des Égyptiens avait donc porté ses fruits. Lorsque Moïse les fit sortir de la servitude, l'art commençait à entrer dans l'esprit et dans les mœurs des enfants d'Abraham. Il leur fallut alors des idoles, des idoles visibles et belles, ajouterons-nous, parce qu'ils étaient jaloux des dieux et des déesses des Égyptiens qui parlaient si bien aux yeux. D'un autre côté, les Hébreux aimaient le luxe et la richesse ; ils auraient dédaigné des dieux d'argile. Il leur fallait des dieux en or. Aussi, lorsque Moïse descendit du mont Sinaï, pour prescrire au peuple juif l'adoration d'un dieu unique, il trouva toute la tribu dansant autour du veau d'or. Ce veau d'or n'était rien autre chose que la réminiscence du bœuf Apis, d'après une théogonie entée sur celle des Égyptiens (1).

Mais les prescriptions du Décalogue étaient sévères : les Israélites ne devaient point faire d'image taillée, ni aucune figure pouvant prêter à l'idolâtrie. Les potiers hébreux durent donc renoncer à fabriquer aucun produit artistique, et s'en tenir à confectionner des objets usuels.

Ils se livrèrent à cette fabrication sur une grande échelle, si l'on s'en rapporte aux nombreuses allusions que fait l'Ancien Testament aux procédés et aux productions céramiques des Hébreux.

Citons d'abord Jérémie.

« Parole qui fut adressée à Jérémie par le Seigneur en ces termes : Allez et descendez dans la maison d'un potier, et là vous entendrez ce que j'ai à vous dire.

« J'allai dans la maison d'un potier, et je le trouvai travaillant sur sa roue.

(1) Il n'est peut-être pas sans intérêt de réunir ici quelques données sur le bœuf ou le taureau Apis. On adorait surtout cette divinité à Memphis, la seconde résidence des rois d'Égypte, où l'on voit encore aujourd'hui les ruines de plusieurs temples magnifiques, entre autres le temple de *Phta*, dans lequel le taureau Apis était nourri. La vache qui enfantait Apis devait être fécondée par un rayon de la lune. Quant au taureau sacré, il devait être tout noir, avec un triangle blanc sur le front, une tache blanche en forme de croissant sur le côté, et sous la langue une espèce de nœud semblable à un escarbot (insecte ailé de la famille des coléoptères). Le bœuf Apis ne pouvait vivre plus de vingt-cinq ans ; à sa mort on l'ensevelissait dans un puits. Le deuil des Égyptiens durait jusqu'à ce que les prêtres eussent trouvé un successeur au dieu défunt.

« En même temps le vase qu'il faisait de terre d'argile avec ses mains, se rompit; et aussitôt il fit un autre vase, en la manière qu'il lui plut;

« Le Seigneur alors m'adressa la parole et me dit :

« Maison d'Israël, dit le Seigneur, ne pourrais-je donc pas faire de vous ce que le potier fit de son argile ? Car comme l'argile est dans la main du potier, ainsi vous êtes dans ma main, maison d'Israël (1). »

Et plus loin :

« Vous romprez ce vase de terre devant les personnes qui iront avec vous;

« Et vous leur direz : Voici ce que dit le Seigneur des armées : Je briserai ce peuple et cette ville, comme ce vase de terre est brisé et ne peut plus être rétabli (2). »

Isaïe fait allusion au pétrissage de la pâte par le foulage par les pieds :

« Je l'appellerai du septentrion et il viendra de l'Orient, il reconnaîtra la grandeur de mon nom, il traitera les grands du monde comme la boue, et il les foulera *comme le potier foule l'argile sous ses pieds* (3). »

Les opérations du potier de terre devaient être très-familières au peuple des Hébreux, puisque c'est aux procédés de cet art que les prophètes empruntent leurs comparaisons.

Mais, comme nous l'avons dit, ce n'est qu'aux objets destinés aux usages vulgaires, à la confection des ustensiles de ménage, que s'appliquait le travail du potier, et, comme pour l'Égypte, les ustensiles communs de la Judée n'ont pu venir jusqu'à nous.

Nous devons cependant citer, mais à titre d'exception, un fragment d'un objet céramique, d'un ordre plus relevé, qui a été trouvé en Judée, et qui figure dans les galeries du Louvre. Ce spécimen, qu'il serait sans intérêt de reproduire ici, puisque ce n'est qu'une partie du vase, prouve que les artistes hébreux s'inspiraient complétement des traditions que leur avaient léguées les Égyptiens. En effet, il se compose d'une terre silicease émaillée et colorée en bleu. Ainsi les Hébreux employaient la même terre siliceuse, l'ornaient des mêmes couleurs et imitaient les modèles qu'ils avaient emportés lorsqu'ils avaient quitté la terre d'Égypte.

(1) Chapitre XVIII, versets 1 à 6.
(2) Chapitre XIX, versets 10 et 11.
(3) Chapitre XII, verset 25.

Nous terminerons ce chapitre en réfutant l'erreur qui a consisté à prétendre que les anciens Égyptiens ont connu la porcelaine en même temps que les Chinois, ou du moins, ce qui eût été tout aussi étrange, qu'il aurait existé à cette époque reculée des relations de commerce entre la Chine et l'Égypte. La manière dont cette opinion s'était accréditée et ce qui a amené la constatation de l'erreur, sont assez curieux à connaître.

Un auteur italien, Rosellini, avait décrit dans un ouvrage très-estimé, publié en 1834, *I monumenti dell'Egitto*, un petit vase de porcelaine de Chine, trouvé par lui-même, disait Rosellini, « dans un tombeau égyptien, qui n'avait jamais été ouvert auparavant, et dont la date remontait à une époque pharaonique peu postérieure à dix-huit siècles avant Jésus-Christ. »

Ce petit vase de porcelaine portait d'un côté, une fleur peinte et de l'autre une inscription en caractères chinois assez semblables à ceux d'aujourd'hui.

Sir Francis Davis rapporta ce fait dans son grand ouvrage sur la Chine (1), et il ajouta que trois petites bouteilles (*bottles*) du même genre, découvertes aussi en Égypte, avaient été rapportées en Angleterre par Sir Gardner Wilkinson. Sir Francis Davis affirmait que sous le rapport de la forme et de l'aspect qu'elles présentaient, ces bouteilles étaient parfaitement identiques aux *petites bouteilles à tabac* (*snuff bottles*) *que l'on fabrique actuellement en Chine, et dont une de la même espèce se trouvait alors en sa pos-*

(1) *The Chinese, or general Description of the Empire of China. London*, 1836.

session. Malgré cela, Sir Francis Davis croyait à la haute antiquité des petits flacons chinois décrits par M. Rosellini.

La découverte de ces flacons fit une grande sensation parmi les archéologues anglais.

« Parmi les nombreuses bouteilles trouvées dans les tombes de Thèbes, dit Sir J. Gardner Wilkinson dans son grand ouvrage sur les *Mœurs et coutumes des anciens Égyptiens* (1), il n'en est pas qui aient plus excité la curiosité que celles de fabrication chinoise qui présentent des inscriptions dans cette langue. La découverte accidentelle d'une seule de ces bouteilles pourrait passer inaperçue ou être attribuée à quelque hasard qui l'eût fait déposer par un voyageur venu récemment à la recherche des objets précieux que renferment ces tombes; *mais cette explication ne peut être admise* lorsqu'on trouve ces mêmes bouteilles dans plusieurs tombes égyptiennes. »

Trois de ces petites bouteilles figurent dans le musée Égyptien du Louvre. En invoquant cette découverte, certains archéologues prétendirent que, puisque l'on trouvait des vases de porcelaine dans les tombeaux de Thèbes, la porcelaine avait dû être fabriquée par les Égyptiens dix-huit siècles avant Jésus-Christ. Si on leur objectait qu'aucun historien n'a jamais fait mention de la porcelaine égyptienne, et que d'ailleurs, on n'a trouvé en Égypte aucun spécimen d'objets en porcelaine dans les siècles suivants, nos érudits répondaient que la civilisation avait subi en Égypte de nombreuses intermittences, et qu'il fallait admettre que l'art de fabriquer la porcelaine avait été un secret religieusement gardé dans les temples, et que ce secret s'était perdu à l'époque d'une de ces perturbations qui étaient si fréquentes dans les dynasties de l'Égypte.

D'autres archéologues soutinrent une opinion mixte. Ils prétendirent que les petits vases de porcelaine dont les musées se disputaient la possession, étaient sans doute d'origine chinoise, mais que leur découverte dans les tombeaux de Thèbes ne prouvait rien autre chose, sinon qu'à une époque très-reculée il avait existé des relations de commerce suivies entre la Chine et l'Égypte.

Dionysius Lardner, le savant professeur qui a tant contribué, il y a trente ans, à la vulgarisation des sciences en Angleterre, soutint, dans son *Muséum des sciences et des arts*, que les découvertes de Rosellini et de Wilkinson « démontraient suffisamment la connaissance de la fabrication de la porcelaine en Chine, ainsi que l'existence de communications entre ce pays et l'Égypte. »

Mais les sinologues devaient ici confondre les archéologues. A propos de cette discussion, M. Stanislas Julien rappela que les Chinois ont successivement fait usage de six sortes d'écritures, dont on connaît l'origine et la date approximative. Or, les signes chinois tracés sur les petites bouteilles appartiennent à la quatrième sorte d'écriture, qui n'a été inventée que vers l'année 45 avant Jésus-Christ, et qui est encore en usage de nos jours (1).

Ce n'est pas tout, M. Medhurst, interprète du gouvernement anglais à Hong-Kong, fit faire des recherches par des Chinois instruits qu'il employait comme secrétaires, et ceux-ci furent assez heureux pour retrouver l'inscription du premier de ces flacons dans les écrits d'un poëte chinois qui vivait vers l'année 740 après Jésus-Christ, et l'inscription du second dans une petite pièce de vers qui date de la même époque.

Ainsi les inscriptions étaient tracées en caractères relativement modernes, et leur texte était tiré d'ouvrages écrits au VIIIe siècle de notre ère. Cette double découverte mit fin à toute polémique.

Voici, d'ailleurs, un fait qui rapproche singulièrement de notre époque les flacons

(1) *Manners and customs of the ancient Egyptians*, by J. Gardner Wilkinson ; 3 vol. in-8°. London, 1837 ; t. III, pages 106-109.

(1) *Histoire et fabrication de la porcelaine chinoise*, ouvrage traduit du chinois par M. Stanislas Julien, accompagné de notes et d'additions par M. Alphonse Salvetat, et augmenté d'un *Mémoire sur la porcelaine du Japon*, traduit du japonais par le docteur Hoffmann. 1 vol. in 8. Paris, 1856.

dont on a fait tant de bruit. M. Natalis Rondot, ancien délégué du Gouvernement près l'ambassade française en Chine, trouva en 1845, dans une fabrique de porcelaine voisine de *Tchang-tcheou* (Fo-kien) un petit flacon pareil à l'un de ceux que possède le Louvre. Depuis cette époque, M. Natalis Rondot a pu obtenir de ses amis de Chine, un certain nombre de bouteilles semblables, achetées depuis peu dans des magasins de porcelaine, et dont quelques-unes portent précisément les mêmes inscriptions que celles qui ont été signalées par MM. Rosellini, Wilkinson et Davis.

Autre détail caractéristique. M. Pryse, consul anglais en Égypte, en pressant de questions les Arabes du Caire, spécialement adonnés au trafic des curiosités, finit par leur faire avouer qu'ils n'avaient jamais recueilli de porcelaines dans les ruines, et que la plupart des bouteilles livrées aux voyageurs, provenaient de *Cous*, de *Geft* et de *Qosseyr*, entrepôts du commerce de l'Inde dans la mer Rouge.

Nous avons insisté peut-être un peu longuement sur ces vases égyptiens, mais il s'est fait tant de commentaires à leur sujet, et on les montre encore au Musée du Louvre avec une assurance si imperturbable comme ayant été trouvés dans les tombeaux de Thèbes, que nous avons cru pouvoir nous livrer à cette digression.

CHAPITRE V

LA POTERIE DANS L'ANCIENNE GRÈCE. — HOMÈRE. — L'HYMNE DU FOURNEAU. — CLASSIFICATION DES POTERIES GRECQUES. — POTERIES TROUVÉES DANS LES TOMBEAUX. — CHAMBRES SÉPULCRALES DE LA CAMPANIE. — TOMBES TROUVÉES DANS LES ILES DE L'ARCHIPEL. — TOMBEAUX DES ENVIRONS D'ATHÈNES. — CONSIDÉRATIONS SUR LES PRINCIPAUX VASES GRECS.

Les poteries dont nous avons parlé jusqu'ici appartiennent à ce que les archéologues nomment l'*ère orientale*. Nous allons aborder l'ère *grecque* ou *gréco-étrusque*, et ici les témoignages écrits ne nous feront pas défaut.

Déjà Homère avait dit, dans l'*Iliade*, en décrivant une danse figurée sur le bouclier d'Achille :

« Toute cette troupe danse en rond avec tant de justesse et de rapidité que la *roue* que le potier met en mouvement *avec les mains*, ne tourne ni plus également, ni plus rapidement. »

En reproduisant ce passage, qui démontre que le tour du potier était connu et employé du temps d'Homère, Alexandre Brongniart fait remarquer que les potiers modernes impriment encore avec les mains à leur plateau roulant un mouvement assez rapide et assez puissant pour qu'ils aient le temps de confectionner leur pièce. Ce n'est pas là toutefois le véritable tour à potier, dont la roue est inférieure, et mue avec le pied ; ce serait plutôt la *tournette*, ou *roue du potier*, dont nous avons déjà fait mention en parlant des potiers de l'ancienne Égypte, et qui précéda le *tour à pied*.

Du reste, on croit connaître l'époque de l'invention du *tour à pied*, ou au moins celle de son introduction en Grèce, ainsi que le nom de son inventeur. Si certains Grecs attachaient à Céramus, fils de Bacchus et d'Ariane, l'invention de l'art du potier, tandis que d'autres en faisaient honneur à Corœbus, d'Athènes, ou à Hyperbias, de Corinthe, tout le monde était d'accord pour accepter comme inventeur du tour Thalus, ou Thalos, sculpteur athénien, neveu de Dédale, et qui vivait 1200 ans avant l'ère chrétienne.

Les Grecs voulurent immortaliser cet inventeur, et ils frappèrent en l'honneur de Thalos des médailles, sur lesquelles on voyait un vase, aux formes cylindriques, surmonté d'une chouette, oiseau de Minerve.



Fig. 120. — Tombe souterraine découverte dans les environs de Naples, et contenant des poteries grecques.

Dans un hymne grec attribué à Homère, on trouve décrites les opérations de l'art du potier. L'auteur d'une *Vie d'Homère*, que l'on croit être Hérodote, rapporte que le poète devenu aveugle, étant venu à passer devant la célèbre poterie de Samos, les potiers vinrent le trouver, et le prièrent de composer une pièce de vers sur leur art, lui offrant de payer ses chants avec un vase de leurs ateliers. Homère accepta et composa l'hymne que les Grecs citaient avec raison comme la meilleure peinture de tous les accidents auxquels sont exposées les œuvres des potiers.

Nous empruntons la traduction de l'hymne *du Fourneau* au savant helléniste, M. Miot, traducteur d'Hérodote.

« Le lendemain, dit Hérodote, des potiers de Samos, qui travaillaient à cuire des vases de terre et mettaient le feu aux fourneaux, aperçurent Homère, dont le mérite leur était déjà connu. Ils l'appelèrent et l'engagèrent à leur chanter des vers, promettant, pour prix de sa complaisance, de lui donner quelques vases, ou toute autre chose de ce qu'ils possédaient. Homère accepta leurs offres, et se mit à chanter la pièce de vers qui, depuis, a été nommée *Fourneau*. La voici :

« O vous qui travaillez l'argile, et qui m'offrez une récompense, écoutez mes chants.

« Minerve, je t'invoque, parais ici, et prête ta main habile au travail du fourneau. Que les vases qui vont en sortir, et surtout ceux qui sont destinés aux cérémonies religieuses, noircissent à point; que tous se cuisent au degré de feu convenable, et que, vendus chèrement, ils se débitent en grand nombre dans les marchés et les rues de nos cités; enfin, qu'ils soient pour vous une source abondante de profits, et pour moi une occasion nouvelle de vous chanter.

« Mais si vous voulez me tromper sans pudeur, j'invoque contre votre fourneau les fléaux les plus redoutables, et *Syntrips*, et *Smaragos*, et *Asbestos*, et *Abactos*, et surtout *Omodamos*, qui, plus que tout autre, est le destructeur de l'art que vous professez.

« Que le feu dévore votre bâtiment, que tout ce

que contient le fourneau s'y mêle, s'y confonde sans retour et que le potier tremble d'effroi à ce spectacle ; que le fourneau fasse entendre un bruit semblable à celui que rendent les mâchoires d'un cheval irrité, et que tous les vases fracassés ne soient plus qu'un amas de débris. »

M. Miot, traducteur d'Hérodote, donne l'explication suivante des noms des génies malfaisants personnifiés par le poëte : *Syntrips* et *Smaragos* expriment la rupture de la terre en morceaux; *Asbestos* est un feu très-violent; *Abactos* peint l'infortune des ouvriers dont les travaux sont anéantis; *Omodamos*, est la force destructive à laquelle rien ne résiste.

Comme le dit Alexandre Brongniart, il serait difficile de mieux préciser qu'on ne le fait dans l'hymne attribué à Homère, les résultats d'une fournée heureuse, et surtout ceux d'une fournée manquée par excès de feu. C'est bien le spectacle qui se présente, lorsqu'à l'ouverture d'un four, on voit les piles écroulées les unes sur les autres, et les pièces de poterie brisées et mêlées avec les débris des *cazettes* qui les renfermaient.

Il résulte de ce récit que les poteries de Samos devaient être célèbres dix siècles avant l'ère chrétienne, et que le tour à potier, déjà mentionné, d'ailleurs, dans les citations de l'*Iliade* que nous avons reproduites plus haut, devait être connu et employé pour faire les vases, 300 ans avant que le Scythe Anacharsis vînt (592 ans avant J.-C.), faire connaître à Athènes un tour de potier perfectionné.

Quelques auteurs font remonter plus haut encore l'origine de l'art du potier en Grèce. D'Hancarville attribue quelques vases grecs aux Pélasges, peuples venus de la Bactriane et de la haute Asie, qui furent les premiers fondateurs de la race grecque. Nous n'avons aucune peine à admettre cette opinion, sur l'origine reculée qu'il faut attribuer à l'invention de la poterie. Puisque nous faisons remonter cet art jusqu'à l'homme primitif, jusqu'à l'âge de pierre, nous croyons facilement que les anciens Pélasges durent apporter avec eux, dans le pays qui devait être la Grèce, l'industrie des poteries.

Ce qui est certain, c'est que la Grèce possédait des potiers célèbres dès la plus haute antiquité. Nous avons déjà cité Corœbus et Thalus, ce dernier considéré comme l'inventeur de la roue du potier. On lui attribue encore l'invention du ciseau, du compas, et de la scie, dont l'arête dorsale d'un poisson lui aurait donné l'idée. La tradition prétendait que son génie inventif inspira une telle jalousie à son oncle Dédale, que celui-ci, l'ayant attiré au temple d'Athènes, sur l'acropole, l'aurait assassiné, en le précipitant de cette hauteur sur le sol. Cependant, Minerve, ajoute la légende, retint Thalus dans sa chute, et le métamorphosa en oiseau.

Avant Corœbus et Thalus, il faut citer Dibutade, de Sicyone, sculpteur et inventeur de la plastique en terre cuite.

Grâce aux inscriptions dont les vases étaient ornés, on connaît les noms de plusieurs artistes célèbres parmi les potiers grecs dont les œuvres sont venues jusqu'à nous. Les simples potiers qui avaient tourné et modelé la terre cuite signaient l'œuvre de leur nom, avec la mention ἐποίησεν (*a fait*); le peintre, l'artiste, qui avait tracé au pinceau les sujets et les ornements, faisait suivre sa signature du mot ἔγραψεν (*a peint*). Plus de quatre-vingts noms, dont au moins quinze de peintres, nous sont ainsi parvenus.

Il est assez difficile d'établir un classement parmi les anciennes poteries de la Grèce, d'abord parce que le plus souvent on manque de données certaines sur l'époque de leur fabrication, ensuite parce qu'on rencontre des poteries semblables sous le rapport de la forme et de la composition partout où les Grecs avaient fondé des colonies. On doit considérer comme grecs, les vases campaniens et les vases étrusques, quoiqu'ils

aient été recueillis plus tard en Italie. C'est pour cette raison que les érudits qui se sont occupés exclusivement de poteries grecques, se sont continuellement trouvés embarrassés ou en contradiction avec eux-mêmes.

M. Auguste Demmin, dans son *Guide de l'amateur de faïences et porcelaines*, pense que l'on peut adopter comme guides les indications suivantes :

Les vases en *argile jaune* un peu brunâtre, dont les *ornements noirs*, légèrement en relief, sont produits sur le fond de la terre, appartiennent à la *première époque* (800 ans avant Jésus-Christ).

Nous ferons pourtant remarquer que les poteries grecques remontent beaucoup plus haut, d'après ce que nous avons dit des potiers de Samos chantés par Homère. Seulement les produits de cette fabrication primitive ne sont point parvenus jusqu'à nous, et l'auteur que nous citons ne s'est attaché à faire un guide que pour les poteries qui existent dans les collections.

La *seconde époque* (700 à 600 ans avant Jésus-Christ) se signale particulièrement en ce que la figure humaine ne se trouve pas dans les décors, qui consistent en *taureaux* et autres animaux.

La *troisième époque* (600 à 500 ans avant Jésus-Christ) montre déjà des figures d'hommes et des sujets historiques et mythologiques.

La *quatrième époque* (à partir de 500 avant Jésus-Christ) et la *cinquième* (400 avant Jésus-Christ), les plus artistiques de toutes, se signalent par des figures jaunes *sur fonds noirs*.

La décadence de la fabrication de toutes ces poteries se révèle par des dessins grossiers en *jaune pâle, sur un fond noir mal peint.*

Alexandre Brongniart, dans l'atlas qui accompagne son ouvrage, a adopté une autre classification, basée sur la composition des poteries. Il distingue :

1° Les poteries des *Grecs anciens* (de 1000 ans à 600 ans avant Jésus-Christ). Elles sont à pâte tendre; la pâte est rougeâtre, avec un lustre rouge et noir; elles ont généralement été faites au tour; leurs formes sont simples, les contours en sont purs et dérivent de la sphère, de l'œuf, des fleurs simples, campanule, tulipe, du gland, etc.

Les ornements sont des palmettes, ou des méandres; les figures sont roides.

2° Les *poteries campaniennes* (de 600 ans à 500 avant Jésus-Christ). Elles sont à pâte tendre, mate, à couleur généralement noire; elles sont en partie tournées. Les formes et les contours sont moins simples et moins purs que chez les anciens Grecs; elles sont renflées ou contournées, moins comparables aux belles formes naturelles.

Les ornements sont généralement en relief, et à dents de loup. Les figures sont ordinairement courtes et disgracieuses.

Il est un grand nombre de poteries et de vases qu'il serait difficile de faire entrer dans ces classifications. Ce sont principalement les pièces qui ont été trouvées dans des tombeaux appartenant aux premiers âges de la Grèce et de ses colonies, principalement de la Campanie.

L'abbé Mazzola a fait, au siècle dernier, un travail très-intéressant pour prouver, d'après la composition de la terre qui les renferme et la manière dont ils sont disposés dans les tombeaux, que les vases grecs recueillis dans des fouilles opérées près de Naples, au siècle dernier, remontent à une époque antérieure à celle où Homère a vécu, et sont, par conséquent, les plus anciennes de toutes les poteries grecques.

En étudiant en géologue le sol de la Campanie où ces tombeaux sont profondément enfouis, l'abbé Mazzola découvrit que cette terre est volcanique, car elle renferme beaucoup de pierres ponces. Lorsque cette terre était superficielle, ajoute-t-il, la campagne de Naples devait être stérile et a dû l'être jusqu'à la formation de la terre végé-



Fig. 121. — Position des vases grecs dans une tombe de la Campanie.

tale supérieure, ce qui doit faire admettre, pour l'âge de cette couche du sol, une longue suite de siècles, et donner aux vases qui sont au-dessous une très-haute antiquité. C'est d'après ces observations que Mazzola regarde les vases grecs de cette catégorie comme antérieurs à l'époque où vécut Homère.

Il ajoute à l'appui de cette opinion : 1° que ces vases représentaient des faits qu'Homère ni aucun de ses successeurs n'ont mentionnés, tels que le combat de Neptune avec Éphialtès; 2° qu'à Nola et dans les environs, les squelettes que ces vases accompagnent sont toujours enterrés immédiatement dans le sol, tandis que dans d'autres lieux, tels qu'Avila, ces squelettes et les vases sont enfermés dans des sépulcres; or, cette coutume est de beaucoup postérieure à la première, qui est propre à l'homme à l'état de barbarie; 3° que les inscriptions des vases sont en grec écrit de droite à gauche, ce qui ne se faisait que pour le grec le plus ancien, pour le grec primitif.

Il fait encore remarquer que la facilité qu'on a, depuis peu de siècles, à trouver ces tombeaux vient de ce que les couches de pierres qui les couvrent et qui sont employées dans les constructions modernes, n'étaient pas exploitées pour les constructions, du temps des Romains.

Toutes ces raisons présentées par l'abbé Mazzola pour prouver que les tombeaux de la Campanie renferment des poteries antérieures à celles de Samos dont Homère a parlé, nous semblent irrécusables. Ces poteries grecques appartiennent donc à une époque antérieure à Homère, peut-être même remontent-elles à l'âge antéhistorique du fer.

Nous reproduisons ici les dessins de deux chambres sépulcrales de la Campanie donnés par d'Hancarville et par l'abbé Maz-

zola. La première (fig. 120, page 177) est une tombe souterraine découverte, au siècle dernier, dans les environs de Naples. On voit indiquée sur ce dessin, la position relative occupée par le corps et les vases. La seconde (fig. 121) montre une tombe en pierre de taille, avec les rapports de position du corps et des vases grecs de la Campanie.

Dans les tombeaux découverts dans les îles de l'Archipel grec, on a rencontré d'autres positions relatives des vases et du corps enseveli. Un auteur allemand, Fiedler, dans son *Voyage en Grèce*, rapporte qu'il existe, à Chélidromia, l'une des îles Sporades, et très-près de la ville, un grand nombre de tombes. Les vases qu'elles renferment sont des poteries grossières, noires et rougeâtres, sans peintures. La manière dont ces vases sont placés dans les tombes par rapport au squelette, est assez particulière. Excepté deux petits vases et une lampe qui accompagnent le corps, toutes les poteries se trouvent au pied du corps, dans une petite chambre réservée, et séparée par une cloison verticale. Une de ces tombes renfermait cinq vases, dont deux espèces de bouteilles ventrues, d'environ 35 centimètres de hauteur sur 30 de diamètre. Les anses sont un peu de travers, ce qui indique que ces vases ont été fabriqués au tour.

M. Fiedler a encore représenté un cercueil en terre cuite, peint en noir, d'environ 1 mètre sur 30 centimètres, qui renferme un remarquable assortiment d'objets funéraires recueillis sous des fouilles qui furent faites en 1813, d'après les ordres de M. le baron de Stackelberg, à l'une des portes d'Athènes. C'était le cercueil d'un enfant; mais on n'y voyait que la tête, les jambes et les avant-bras. Tout le reste était occupé par quatre statuettes assises, les têtes tournées vers la ligne médiane et transversale du ciste (cercueil), ainsi que quatorze petits vases de différentes formes et grandeurs, arrangés très-symétriquement. La figure 122 reproduit ce dernier dessin.

Par le fini des statuettes, ce tombeau doit appartenir à une époque de beaucoup postérieure aux tombes représentées par d'Hancarville et par l'abbé Mazzola, dont nous venons de parler.

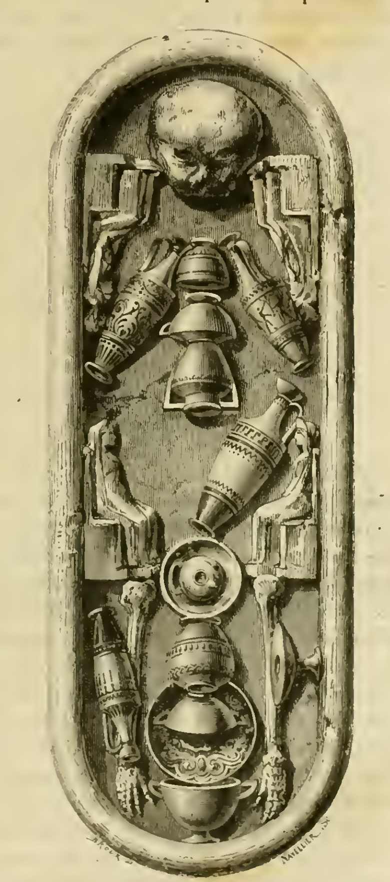


Fig. 122. — Ciste funéraire d'enfant découvert aux portes d'Athènes.

En résumé, les poteries grecques de la Campanie étudiées par l'abbé Mazzola remontent aux premiers temps de l'art du potier, à l'époque qui a précédé Homère

peut-être même jusqu'à l'*âge du fer*. Nous trouvons, en effet, qu'il existe une grande analogie entre ces tombeaux et ceux que les archéologues modernes ont décrits comme propres à l'âge du fer. C'est pour cela que nous sommes entré à leur sujet dans quelques développemenst.

Arrivons maintenant à la céramique grecque appartenant à l'époque véritablement historique.

CHAPITRE VI

LA POTERIE GRECQUE. — DESCRIPTION DES PRINCIPALES ESPÈCES DE VASES GRECS.

Les vases grecs furent désignés, au commencement de notre siècle, sous le nom de *vases étrusques*. Cette désignation tenait à ce que les premiers vases de poterie antique, ornés de dessins sur un fond noir, avaient été trouvés pour la première fois en Toscane (l'ancienne Étrurie). On continua ensuite, par un abus de l'usage, à appeler *vases étrusques* tous les vases anciens que l'on trouvait en Grèce, comme en Italie. Mais ce qu'il faut bien savoir, c'est que toutes ces belles poteries vernissées et ornées de dessins d'un style si correct et si pur, ont été produites par des potiers grecs, soit dans la Grèce proprement dite, soit dans la vaste colonie grecque qui embrassait presque tout le midi de l'Italie, et qui, portant le nom de *Grande-Grèce*, renfermait les quatre régions connues sous le nom de *Campanie* (Terre de Labour), *Apulie*, (Pouille), *Brutium* (Calabre), *Lucanie* (Basilicate), et qui comptait comme villes principales Locres, Crotone, Rhégium, Sybaris, Tarente, Héraclée, Naples (Neapolis), Cumes, Métaponte, etc

Les poteries peintes et vernissées de la Grèce et de ses colonies ont toujours figuré au nombre des antiquités les plus admirées. L'élégance extraordinaire de leurs formes, la variété de leurs ornements, la belle composition des sujets, tout contribue à justifier cette admiration. A ces qualités il faut joindre l'extraordinaire ténuité ou légèreté que présente souvent la pâte de ces poteries. Les artistes grecs rivalisaient entre eux sous ce rapport. On connaît l'histoire rapportée par Pline de ces deux potiers luttant à qui saurait produire l'amphore la plus légère (1). Les deux amphores résultant de ce défi étaient conservées dans le temple d'Érythra.

C'est qu'il y avait chez les Grecs une véritable passion pour les vases de terre cuite décorée. Il fallait une passion en l'honneur de cet art pour élever, comme le faisaient les Grecs, des statues aux plus célèbres potiers, pour frapper des médailles en leur honneur, et pour conserver à la postérité, comme l'ont fait plusieurs écrivains grecs, et Pline en Italie, les noms des potiers qui avaient inventé de nouvelles formes de vases, ou ceux des artistes qui les avaient ornés de dessins.

Le nom de Dibutade, de Sicyone; celui de Corœbus, d'Athènes; celui de Thalus, neveu de Dédale; celui de Thériclès, de Corinthe; celui de Chérestrate, sont cités dans plus d'un auteur grec, principalement par Athénée, qui, dans son *Banquet des sages*, donne la nomenclature d'une centaine de vases à boire, avec les noms des potiers et de la fabrique d'où ils sortaient, ainsi que les procédés de fabrication de ces différents vases.

Les artistes les plus renommés consacraient leur talent à décorer les œuvres des potiers. Parmi ces artistes on cite Phidias, l'architecte Polyclète, d'Argos, le sculpteur

(1) Livre XXXV, chap. XLVI.

Myron, ainsi que les sculpteurs Eukheir et Eugrammus (1).

Les chefs-d'œuvre des potiers, décorés des chefs-d'œuvre des artistes, étaient exposés publiquement dans les *Panathénées*, puis donnés en prix aux vainqueurs des Jeux Olympiques. On appelait *amphores panathénaïques* ces vases qui servaient de prix aux jeux et exercices publics. On conservait avec orgueil dans les familles ces témoignages de la victoire et ces tributs de l'art. Souvent les propriétaires de ces glorieux trophées ordonnaient qu'on les ensevelît avec eux. C'est pour cela qu'on découvre aujourd'hui ces beaux vases exclusivement dans les tombeaux. Ils représentent, d'un côté, la figure symbolique d'Athènes, de l'autre les différents Jeux Olympiques. Nous représentons (fig. 123) une belle *amphore panathénaïque* qui existe au Musée du Louvre.

Les auteurs grecs citent les noms de quelques-uns de ces vases restés célèbres : le vase de Nestor, le vase de Prusias, le vase de Séleucus, le vase de la Chasse, et le vase d'Arcésilas, qui est venu jusqu'à nous et que nous représenterons plus loin.

Un grand nombre de médailles athéniennes, béotiennes, etc., ont pour type un vase surmonté d'une chouette, et mis de cette manière sous la protection de la déesse de la sagesse et des arts. C'est la preuve de la considération et de l'estime dans laquelle on tenait l'art du potier chez les Grecs.

La quantité prodigieuse de vases grecs dits *Campaniens* (c'est-à-dire de la Campanie, région de la Grande-Grèce) prouve sur quelle échelle extraordinaire les potiers grecs se livraient à cette fabrication. Il existe plus de 70,000 vases grecs dans les principaux musées actuels de l'Europe. Il fallait donc que le nombre des fabriques fût immense.

(1) Pline, livre XXXV, ch. XII.

Brongniart, dans son *Traité des arts céramiques* (1), donne l'énumération des différentes localités dans lesquelles on produisait, dans l'Antiquité, des poteries décoratives. Il cite les villes suivantes, en ce qui concerne les poteries grecques :

Grèce proprement dite. — Corcyre (Corfou), Athènes, Corinthe, Egine (golfe Saronique), Lacédémone, Mélos (une des îles Cyclades, aujourd'hui île de Milo, d'où est venue la Vénus dite *de Milo*), Santorin, Crète (aujourd'hui île de Candie), Erythra (dont nous parlons plus haut à propos de la lutte des deux potiers); — îles de Samos, de Ténédos, Chélidromia (une des Sporades).

Grande-Grèce. — Capoue, Nola, Cumes, Pouzzoles, Sorrente, Nocera, Pœstum, Arpi, Pomarica, etc., Rhégium (aujourd'hui Reggio), Locri, Altamura, Tarente, Métaponte, etc.

Brongniart cite également les noms de villes de l'ancienne Étrurie dans lesquelles il existait des fabriques de vases ornés. Mais les fabricants de l'Étrurie étaient des potiers grecs, et les localités dans lesquelles on fabriquait ces vases étaient peu nombreuses. Elles se réduisent à Volterra, Arezzo, Clusium, Vulsci et Tarquinium.

Tous les vases antiques dont nous allons parler ont été trouvés dans des tombeaux, jamais dans des ruines de monuments ou de manufactures. L'époque de leur fabrication première paraît devoir être le IXe siècle avant J.-C., et leur fabrication cessa au IVe siècle après J.-C. Elle embrasse donc un espace de plus de douze cents ans, en présentant toujours le même système de formes, le même style d'ornementation et de décor.

Le savant archéologue Gerhard a donné une classification des vases grecs selon leurs

(1) Tome I, p. 575 et suiv.

usages. Voici cette classification, qui est généralement admise, et qu'un archéologue moderne, M. Dennis, a suivie dans son ouvrage *Les Villes et les Cimetières de l'Étrurie*.

1re Classe : Vases pour contenir l'huile, l'eau, le vin, etc. : *amphore*, *pelice*, *stamnos*



Fig. 123. — Amphore panathénaïque du musée du Louvre.

2e Classe : Vases pour porter l'eau : *hydrie*, *calpis*.

3e Classe : Vases pour mélanger l'eau et le vin : *cratère*, *oxybaphore*, *célèbe*.

4e Classe : Vases pour verser le vin et les autres liquides de table : *cruche*, *œnochoé*, *prochous*, *olpé*.

5e Classe : Vases à boire et gobelets : *canthare*, *cyathus*, *rhyton*, *cylix*, *ceras*, *lepaste*, *phiale*, etc.

6e Classe : Vases à parfums et à onguents : *lecythus*, *cotyle*, *alabastros*.

Nous allons donner une idée générale de ces différentes sortes de vases, avant de représenter par le dessin ceux qui sont venus jusqu'à nous.

Les *Amphores* étaient des vases coniques, souvent très-grands, destinés à recevoir les provisions liquides ou solides. On y plaçait le vin, qui continuait à y fermenter.

Les amphores pour conserver le vin avaient deux anses, et se terminaient par le bas en une pointe, que l'on enfonçait assez profondément dans le sable des caves. C'était dans ce fond pointu que se rassemblait la lie du vin. On soutirait le liquide, ainsi clarifié par le repos, avec une pompe ou avec des coupes.

Les amphores ont été en usage chez les Grecs à toutes les époques : elles sont très-communes dans les collections d'antiquités. En décrivant les poteries de l'époque antéhistorique, nous avons déjà signalé et figuré des vases tout semblables, c'est-à-dire terminés en bas par une extrémité conique que l'on enfonçait dans le sol, ou que l'on plaçait sur un support circulaire. (Voir page 163, fig. 107 et 111.)

D'autres vases grecs munis de deux petites anses, et nommés aussi *Amphores*, étaient d'une forme plus sphéroïdale. Ils servaient à conserver de l'eau, de l'huile ou des grains.

Des vases plus petits, propres à contenir des liquides ou même à servir de coupes à boire, s'appelaient *Cratères*, et *Diotas*, quand ils étaient munis de deux anses. Ils sont figurés sur une multitude de monuments grecs représentant des scènes de repas. Beaucoup de vases destinés aux usages de la vie domestique, et ayant deux anses relevées, portaient également le nom de *cratères*.

Le mot *cratère* (κρατήρ) vient, dit-on, du



Fig. 151. — Hydrie noire à figures rouges.



Fig. — Hydrie à peintures noires

mot κέρας (corne). Et l'on ajoute que le mot κέρας aurait également servi à créer celui de *Céramique*, par cette raison, un peu tirée par les cheveux, que les premiers vases à boire dont les hommes se soient servis, étaient des cornes d'animaux. Les rois de Péonie faisaient fabriquer des *cratères*, de très-grande dimension, et qu'on ornait de moulures en or et en argent.

Les vases appelés *Orca* étaient des vases à salaison.

Le *Calix*, ou *Cylix*, était un vase ou plutôt une coupe ronde, profonde, faite sur le tour, ayant deux anses. On en faisait, à Naucratis, qui étaient recouverts d'une couleur qui les faisait prendre pour de l'argent.



Fig. 126. — Lecythus athénien.

Le *Cotyle* était un vase à peu près ellipsoïde, destiné à contenir des liquides. Il servait aussi de mesure de capacité. Il était sans anse ou n'en avait qu'une, tandis que le *Calyx* en avait toujours deux.



Fig. 127 — Le tonneau de Diogène.

Thériclès, l'un des potiers grecs les plus célèbres par la beauté et la perfection de leurs ouvrages, a donné son nom à plusieurs sortes de vases. On appelait *Thériclées* une espèce de grand *calyx* ou calice, qu'il avait le premier fabriqué. Théophraste dit : « On fait des *calices Thériclées*, avec du bois de *térébinthe*, qu'on ne peut distinguer des mêmes vases en terre. » Les *calices Thériclées* avaient un brillant très-frappant. Ils étaient d'une forte capacité, car ils pouvaient contenir jusqu'à sept cotyles (environ un litre trois quarts).

Le *Canthare* était un vase à boire. D'abord d'une grande dimension, il fut successivement réduit.

Le *Kottabe* était un vase de terre en forme de coupe qui, placé au milieu de la table, servait à recevoir le *latax*, ou le vin qui restait dans la coupe, et que le buveur devait lancer avec adresse dans le kottabe. En Sicile, on appelait *kottabe* un jeu qui consistait à jeter le vin d'une coupe dans un vase d'airain produisant un certain bruit, ou, par le même moyen, à submerger de petits vases qui nageaient sur l'eau. Cette mode se répandit, et, selon Hégésandre de Delphes, on conçut une si grande passion pour cet exercice, qu'on proposait, pendant les festins, des prix pour les vainqueurs. Dès lors on fit des calices appropriés à ce jeu, et on les appela *Cottabides*.

Les vases nommés *Kothon* servaient d'abord à séparer, de l'eau puisée quand on voyageait, les impuretés qui pouvaient la souiller; ensuite à empêcher, par leur couleur terreuse, les soldats de voir l'eau vaseuse qu'ils étaient quelquefois obligés de boire.

Les *Rhytons* étaient des vases à boire finissant en pointe recourbée.

Les *Urnes* avaient pour usage de recevoir les cendres des morts. Il est peu de vases grecs auxquels on puisse attribuer ce nom et cette destination; car l'usage de brûler les morts n'était pas fréquent chez ces peuples. Les Romains adoptèrent plus tard cette coutume.

Après cette simple énumération des noms et usages des principaux vases grecs, nous examinerons avec plus de détails les plus



Fig. 128. — Amphore grecque du Musée du Louvre.

connus, ceux que l'on trouve habituellement dans les collections. On sait que tout un quartier d'Athènes était nommé le *Céramique*. C'était le centre de la fabrication et de la vente des plus humbles poteries, comme des vases artistiques les plus précieux. Nous allons jeter un coup d'œil sur ce que l'on pouvait acheter ou admirer dans l'étalage des potiers du *Céramique*.

Les *Amphores* (1), dont on trouve de si nombreux spécimens dans les collections d'antiquités, étaient des poteries tendres, mates. Les plus anciennes sont unies et sans ornementation aucune; plus tard elles furent *godronnées* (1) à la base, munies de ceintures de feuillage, d'arabesques en relief, quelques-unes portaient des sujets composés de chasses ou de scènes mythologiques. Les amphores destinées à conserver l'eau ou les céréales avaient parfois jusqu'à deux mètres de hauteur. Celles à fond pointu qu'on enfonçait dans le sable, recevaient le vin et l'huile.

En examinant les grandes amphores grecques, on constate qu'elles n'ont pu être travaillées au tour de potier. On a dû les construire à la main, à l'aide de plaques courbes de terre battue, placées par zones circulaires superposées, et qu'on pressait pour arriver à les faire adhérer.

(1) Amphore de ἀμφίς, des deux côtés, et φέρειν, porter. Ce mot indique donc bien un vase à deux anses, quel que fût son usage particulier.

(1) *Godron*, du celtique *godreen*, franges. Ce mot est encore employé dans notre orfévrerie; il désigne certaines façons dont on orne les bords de la vaisselle.



Fig. 129. — Vase campanien du Musée du Louvre.

Quelques amphores avaient des destinations toutes particulières : elles étaient la récompense des vainqueurs dans les fêtes publiques. On désignait, comme nous l'avons dit plus haut, sous le nom de *panathénaïques*, les amphores qui avaient cette dernière destination. Les coupes, les vases que l'on décerne aujourd'hui aux vainqueurs dans nos courses de chevaux, ne sont, d'après cela, qu'une réminiscence des usages grecs.

Les amphores que l'on donnait en prix aux vainqueurs des Jeux Olympiques étaient remplies d'huile — le produit des oliviers sacrés de Minerve — et elles portaient les noms des archontes en exercice. Comme l'histoire a conservé la nomenclature de ces magistrats par ordre chronologique, on peut savoir exactement à quelle année appartiennent les amphores *panathénaïques*. Celle que nous avons reproduite plus haut (*fig.* 123, page 184) et qui existe au Musée du Louvre, remonte à 323 ans avant Jésus-Christ.

La plus ancienne des *amphores panathénaïques* connues appartient à la collection du Musée britannique. Son inscription en anciennes lettres grecques, est tracée de droite à gauche et signifie : « *Je suis le prix donné à Athènes.* »

Les fouilles modernes font découvrir, de temps en temps, de nouvelles amphores



Fig. 130. — Amphore grecque du Musée du Louvre.

panathénaïques. Une trouvaille très-intéressante a été faite tout récemment (mai 1872). Nous lisons les lignes-suivantes dans le *Journal de Genève :*

« On vient de découvrir à Capoue le vase qui fut donné en prix au vainqueur des jeux athlétiques à Athènes, l'année 332 avant J.-C. A côté se trouvait le squelette d'un homme que l'on suppose être le vainqueur athénien lui-même. Ce vase est simplement une amphore en argile, couverte de peintures représentant sur l'une des faces la déesse Pallas Athènè debout entre deux colonnes et lançant un javelot; chaque colonne est surmontée d'une figure de la Victoire, sur l'autre face on observe un groupe de lutteurs ; un jeune homme qui regarde le combat, un arbitre, un vieillard tenant une baguette.

« Au sommet se trouvent le nom du magistrat suprême d'Athènes en 332 avant J.-C., et ces mots *Récompense d'Athènes.* »

L'*Hydrie* (de ὕδωρ, eau) était un vase ordinairement à une seule anse et destiné uniquement à contenir de l'eau : c'était la cruche des Grecs. La plupart des *hydries* étaient d'une très-grande simplicité. Nos cruches à eau actuelles en donnent parfaitement l'idée.



Fig. 131. — Vase grec du Musée du Louvre.

Les potiers grecs modelaient pourtant des cruches très-élégantes. Nous reproduisons (*fig.* 124 et 125, page 185) deux vases de cette espèce qui sont parvenus jusqu'à nous. L'un est une *hydrie noire à figures rouges;* l'autre est une *hydrie à peintures noires.*

Les *hydries à peintures noires* marquent la première époque de l'art dans la décoration de ces vases. On les désigne souvent sous le nom de *vases d'ancien style.* Elles remontent au vᵉ ou au ivᵉ siècle avant l'ère chrétienne. Les *hydries à peintures rouges* marquent le plus complet développement de cet art. Ce contraste se reconnaît sans peine sur les deux figures que nous avons consacrées à représenter les hydries. L'une (*fig.* 125) appartient à la première époque de l'art, et l'autre (*fig.* 124) est décorée sur la panse et sur le col de figures d'un dessin très-net et très-correct.

On appelait *Lecythus* des amphores cylindriques à col étroit, des espèces de burettes terminées par une embouchure contre laquelle s'appuie une anse qui vient retomber sur le corps du vase. Destiné à contenir des parfums, le *Lecythus* figure souvent, dans les peintures grecques, entre les mains des déesses ou des femmes occupées du soin de leur toilette.

Nous donnons (*fig.* 126) le dessin d'un élégant *lecythus athénien à peinture sur engobe* qui existe au Musée du Louvre.

Cette dénomination nous permet d'expliquer ce que l'on entend par *engobes*. C'étaient des argiles colorées pouvant adhérer assez solidement par une faible cuisson, mais qui



Fig. 132. — Vase grec du Musée du Louvre.

restaient toujours mates. C'est par ces *engobes* que les potiers grecs décoraient en blanc-rouge de brique, bleu-jaune d'ocre, leurs vases de terre. Les couleurs étaient assez solides pour que plusieurs vases qui sont parvenus jusqu'à nous aient conservé les teintes qu'ils avaient primitivement reçues.

A côté du *lecythus* se présentaient les *Stamnos*, vases ovoïdes surmontés d'une gorge évasée et ayant un couvercle ; — les *Olpés* à forme bursaire : les plus petits modèles renfermaient l'huile dont les athlètes devaient frotter leurs membres au moment de la lutte ; — les *Oxybaphores* (1), vases qui servaient indifféremment et d'après leur grandeur, pour contenir du vinaigre, des sauces ou du vin ; — enfin les *Pithos*, qui rentrent dans la classe des amphores domestiques, et n'étaient autre chose que des jarres ou des cuviers.

En effet, bien que le mot *amphore* emporte l'idée d'un vase à deux anses, on a, par extension, donné le nom d'amphores aux jarres et aux grands cuviers dont les usages sont fort divers. On classe, par exemple, parmi les amphores, le fameux *tonneau de Diogène*, dont Grivaud de la Vincelle a donné, dans son *Traité sur les arts et métiers des Anciens*, la figure, que nous reproduisons (page 186, fig. 127).

Le prétendu tonneau dans lequel le philosophe cynique passait ses jours était, en réalité, un cuvier ou une jarre en terre cuite, qui devait avoir environ 2 mètres de hauteur sur 7 décimètres de largeur.

(1) Cratinus, dans sa *Pythie* place *l'oxybaphore* parmi les vases destinés à contenir, ou au moins à verser le vin. « Comment, dit-il, le faire cesser de boire ? — Oh, je le sais. Je vais briser toutes ses coupes, je renverserai ses barillets et tous les vases qui servent à la boisson : il ne lui restera même plus un *oxybaphore à verser le vin*. »

On a trouvé non loin d'Antium (aujourd'hui Anzio), dans le territoire de Cumes, près de Naples, des amphores de même grandeur qui, ayant été brisées ou fêlées, avaient été raccommodées avec des becs de plomb; et M. Brongniart fils a vu, dans le musée de Naples, des vases grecs trouvés dans cette même fouille, ayant environ $1^m,90$ de hauteur et appartenant à la catégorie des vases campaniens. Ils étaient ornés de trois rangées de figures en rouge-brique sur un fond noir.



Fig. 133. — Amphore grecque à anses contournées.

Les jarres ou cuviers, fabriqués par les potiers grecs avaient une épaisseur et une ténacité suffisantes pour que, même avant leur cuisson, on pût les rouler sur un escalier à pente douce, de l'atelier où on les avait façonnés, pour les amener au four où on devait les cuire.

En raison de la beauté des vases grecs antiques, nous avons cru devoir faire copier, au Musée du Louvre, et mettre sous les yeux de nos lecteurs, plusieurs de ces produits remarquables de l'art ancien.

Les figures 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, donneront une idée exacte de la pureté des formes et de l'élégance du style qui caractérisent les œuvres céramiques de l'art grec dans l'Antiquité.

La figure 128 (page 187) représente une amphore grecque de forme allongée, décorée de figures équestres au style archaïque. Sa hauteur est de 37 centimètres. Elle est munie d'un collet à gorge. Sa pâte est jaunâtre. Ce vase a été tourné avec soin; le vernis noir brillant se détache sur le fond jaunâtre de la pâte; les traits ont été grattés afin de limiter les figures; les rehauts sont rouges, ferrugineux et mats.

Le magnifique vase que représente la figure 129 (page 188) et dont la forme est si majestueuse, a 37 centimètres de hauteur. Il est accompagné de personnages peints sur tout son contour. Malheureusement la face de derrière est altérée, une partie du fond a disparu, et les coups de pinceau qui avaient repeint ce fond et qui sont dans des sens très-différents, sont rendus très-visibles. Les teintes noires des figures ont passé au rouge.

La figure 130 (page 189) retrace une grande amphore, de 46 centimètres de hauteur, ornée de dessins très-remarquables. Ses anses et le collet sont d'une courbure pleine de noblesse; ils ont été bien souvent imités dans la céramique moderne. La pâte de cette belle pièce est jaunâtre, et cachée par un vernis d'un noir foncé. Les figures sont réservées sur le fond et réchampies.

La figure 131 (page 190) nous montre un vase oviforme, d'une hauteur de 36 centimètres. Sa pâte est d'un jaune rougeâtre, surtout là où elle a été vernie. Le vernis noir est très-beau extérieurement, luisant et se prolongeant avec le même éclat dans tout



Fig. 134. — Vase pour les libations sur les autels.

l'intérieur du collet, puis se prolongeant, mais mat, dans l'intérieur du vase.

Un autre vase grec que nous reproduisons (*fig.* 132, page 191), et qui appartient, comme les précédents, au Musée du Louvre, est pyriforme, d'une hauteur de 34 centimètres. Sa pâte est rougeâtre, à vernis noir, mais la pièce avait été peu cuite, d'où il résulte que le vernis noir n'existe plus. Les parties jaunes ont presque disparu, et les parties noires sont restées en saillie sur ces mêmes points.

La figure 133 est un vase à forme allongée, de 37 centimètres de hauteur. La pâte est rougeâtre, le vernis noir, les rehauts blancs, luisants. Les anses sont entrelacées avec beaucoup d'élégance et de grâce. Des dessins ornent la panse du vase.

Le dernier vase que nous représentons (*fig.* 134), était destiné aux autels et aux sacrifices. Il servait à faire des libations sur les autels. Son vernis est noir, et le dessin est produit par des réserves. La pâte est rougeâtre.

M. de Witte, savant antiquaire, a donné la description d'une autre amphore, connue sous le nom de *vase français*, et qui remonte au milieu du ve siècle avant notre ère. Ce

vase est signé par les deux artistes qui l'ont créé. *Ægotimos m'a fait*, *Clitias m'a peint.*

D'après les dessins que porte cette amphore, elle devait être consacrée, comme celle que représente la figure 134, aux sacrifices devant les autels des dieux.

Si nous continuons la revue que nous avons commencée des produits variés que l'on pouvait acheter ou admirer chez les potiers du Céramique d'Athènes, nous rencontrerons une grande quantité d'autres vases. Signalons, par exemple, une grande

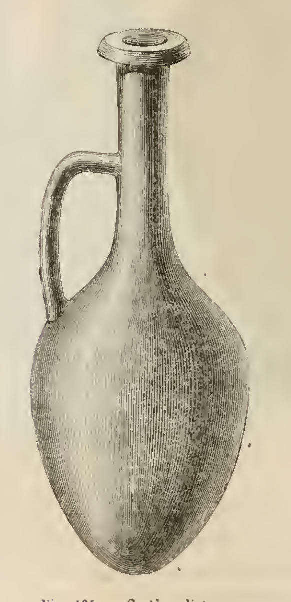


Fig. 135. — Cratère diota.

variété de vases à boire, fabriqués non-seulement à Athènes, mais dans l'île de Rhodes, à Samos, déjà célèbre, comme nous l'avons vu, du temps d'Homère ; d'autres, venant de Corinthe, etc. Nous signalerons également de nombreux produits de l'Étrurie, ainsi que des coupes et des vases divers de la Campanie (Nola, Cumes, Capoue), de la Sicile (Syracuse), etc.

Dans la nomenclature des vases grecs nous avons mentionné les *cratères diotas*, et dit que le *cratère* était employé tantôt à conserver le vin, tantôt à servir de coupe. La figure 135 représente un *cratère diota* très-élégant.

L'*Œnochoé* est un vase assez peu connu. C'est un pot de terre, à corps ovoïde, à col mince, évasé, à anse légère, qui servait à puiser la liqueur pour la distribuer dans les coupes des convives.

Les *Canthares* furent d'abord, comme nous l'avons dit, des vases à boire d'une grande dimension ; mais leur capacité alla toujours en diminuant. C'est ce qui fait dire à *Épigène*, dans son *Héroïne :*

« Ah ! malheureux que je suis ! les potiers ne font plus de grands canthares, mais de petits et de bien jolis, comme si c'était le vase et non le vin qu'on dût avaler. »

Chérestrate, potier très-habile, dont le nom se retrouve sur un grand nombre de *canthares*, fabriquait par jour, d'après un auteur grec, cent *canthares* parfaitement soignés.

Le *canthare* était l'attribut ordinaire de Bacchus. Il nous conduit, sans transition, aux coupes à boire des Grecs, si célèbres et si nombreuses

Les coupes à boire portaient presque toujours des inscriptions bachiques. Sur l'une, on lit : *Salut, et bois-moi;* sur une autre : *Réjouis-toi, et vide-moi;* sur d'autres, *Eva, Evohe*, le cri préféré dans les fêtes de Bacchus ; sur d'autres enfin : *Bois, et ne me dépose pas.*

Plusieurs de ces coupes étaient destinées à être offertes comme cadeaux : tantôt on y lit : *Le beau garçon ! La belle fille !* tantôt on y voit des noms propres, la *belle Calipe*, le *beau Timoxenus*, la *belle Deras*, etc.

Il y avait enfin des coupes à boire qui, comme les amphores panathénaïques, étaient destinées à être données en prix aux vainqueurs, dans certains jeux ou dans certaines luttes.

Nous signalerons aussi plusieurs spécimens de coupes dites *Cothon*, déjà citées dans l'énumération des vases grecs. La figure 136 représente ce vase. C'était une

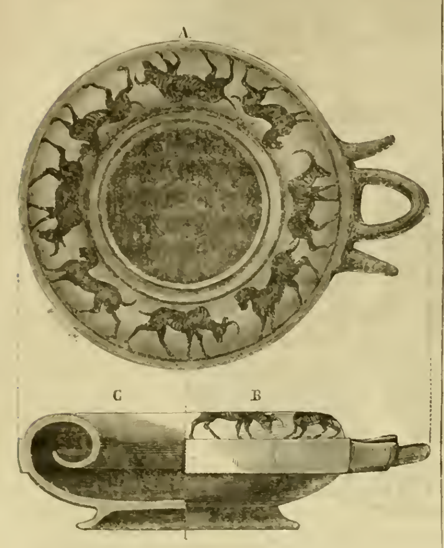


Fig. 136. — Coupe dite Cothon (A, face supérieure; B, profil, et C, coupe).

écuelle, qui servait aux soldats pour boire, sans trop de dégoût, l'eau trouble qu'ils rencontraient dans leurs marches.

L'exemplaire qui est représenté ici existe dans la collection Pourtalès. Son diamètre est de 18 centimètres. Nous en donnons la face supérieure, le profil et la coupe. Cette dernière section permet de voir sa structure intérieure. Le rebord de l'écuelle se recourbant en dedans, empêchait la vase de suivre l'eau dans la bouche.

A côté du *Cothon*, signalons d'autres vases usuels. Ce sont des *vases à infusion* assez semblables à nos théières modernes. Nous en reproduisons la forme élégante (*fig.* 137).

Ce vase, qui appartient au Musée du Louvre, a un diamètre de 0m,095.

Nous allons aborder maintenant des vases que nous ne rencontrerons plus chez les potiers ordinaires du Céramique ; car ce sont de véritables œuvres d'art.

Nous citerons d'abord la célèbre *coupe d'Arcésilas*, qui est conservée aujourd'hui dans la collection de la Bibliothèque de la rue de Richelieu, après avoir figuré dans le Musée Durand. Elle fut trouvée à Vulsci, en Étrurie, mais elle sortait de l'atelier d'un potier de Cyrène, capitale de la Cyrénaïque, fondée par des Grecs venus de l'île de Théra. Il est remarquable — et ceci montre l'influence que la civilisation grecque exerçait dans ses colonies — que Cyrène, si éloignée du centre de la fabrication hellénique proprement dite, possédât une fabrique de vases peints d'où sont sortis de tels chefs-d'œuvre. Le voyageur Paul Lucas, découvrit dans la nécropole de Cyrène, en 1714, plusieurs vases antiques, tant dans les tombeaux que dans le sol. On en conserve quelques-uns au Musée de Leyde.

L'*Arcésilas* qui est représenté sur cette coupe, n'est pas le célèbre philosophe sceptique de ce nom, successeur de Cratès ; c'est Arcésilas, roi de la Cyrénaïque, chanté par Pindare, et qui fut vainqueur aux jeux Pythi-



Fig. 137. — Vase à infusion.

ques, sous la LXXXe olympiade (458 ans avant J.-C.). La hauteur de cette coupe est de 25 centimètres, son diamètre de 28 centimètres. Nous la représentons en plan et en élévation dans les figures 138 et 139. La pâte en est très-fine, d'un rouge pâle



Fig. 138. — Coupe d'Arcésilas (fond de la coupe).

qu'on ne voit que sous le pied. Cette couleur est partout cachée par un fond noir, qui n'est visible, comme fond, que sur les anses et sur le pied. Ce fond a été recouvert généralement d'un *engobe* blanc-jaunâtre, que le feu a fait adhérer assez solidement au fond noir. D'après M. Brongniart, cette pièce a reçu au moins deux ou trois feux, ce qui indique les progrès que l'art céramique avait déjà dû faire à Cyrène, à une époque aussi reculée.

Le sujet de la *coupe d'Arcésilas* est assez étrange pour que nous entrions dans quelques détails, en suivant la description qu'en a donnée M. de Witte, dans son *Catalogue du Musée Durand*.

Le roi Arcésilas est assis sur un *ocladius* (siége en X), placé sous une tente ou un pavillon, sur le pont d'un navire. Sa tête est couverte d'une espèce de chapeau à larges bords (*pétase*) duquel sortent des cheveux pendants sur les épaules. Il est vêtu d'une tunique blanche, que recouvre un manteau brodé, et il porte un sceptre dans la main gauche. Sous son siége est un léopard. Le roi étend la main droite vers un jeune homme qui répète le même geste, et il fait peser dans une grande balance de l'*assa fœtida*, qui va être descendu dans le fond du navire.

Nous savons qu'il s'agit d'*assa fœtida*, parce que l'un des personnages représentés, (celui qui élève le bras vers le fléau de la balance, pour en constater l'équilibre,) tient dans la main droite une matière semblable à celle qui est déjà placée dans la balance, et que le mot grec tracé près de lui signifie « celui qui prépare le *silphium* ». Il s'agit



Fig. 139. — Coupe d'Arcésilas. (Élévation.)

donc bien en effet de l'*assa fœtida*, matière résinoïde du *silphium*. Les Grecs employaient beaucoup cette résine âcre, amère et désagréable pour la préparation de leurs aliments. Aujourd'hui encore, les Orientaux en font un fréquent usage, et le nomment les *délices des dieux*, tandis qu'en Europe l'*assa fœtida*, à cause de son odeur repoussante, a longtemps été désigné sous le nom de *stercus diaboli* (*excréments du diable*).

Après les données qui précèdent, les autres figures de la coupe s'interprètent facilement. On voit des hommes qui pèsent la marchandise, d'autres qui la chargent et qui transportent à fond de cale les paniers tressés qui la renferment.

La *coupe d'Arcésilas* remonte au temps de Pindare. Un monument plus ancien de l'art céramique, mais moins élégant, est le vase dit de la *Chasse au sanglier*, qui appartient au VIIe siècle avant l'ère chrétienne. On y remarque une grande raideur des contours et de la pose ; les ornements et les figures sont en noir, en couleur rougeâtre et en blanc sur un fond pâle.

Un autre beau vase grec qui existe au Musée du Louvre, est un *Cratère corinthien*, sur lequel est représentée la famille de Priam. On y voit Hector prenant congé de ses parents, et montant sur son char de guerre. Un peu plus loin, sont Priam et Hécube, accompagnés de femmes et de guerriers.

Citons enfin, comme existant également au Musée du Louvre, une coupe, relativement plus moderne : c'est celle qui représente le jeune *Musée prenant une leçon de Crinus*. Aux formes rudes des époques précédentes a succédé la recherche du vrai beau, l'étude et l'harmonie des proportions. On sent l'influence des peintres contemporains qui ont modifié l'art grec.

Avant de passer à une nouvelle catégorie de poteries grecques, c'est-à-dire aux urnes, nous représenterons (*fig.* 140) un meuble qui devait certainement se trouver dans les magasins des potiers du Céramique d'Athènes.

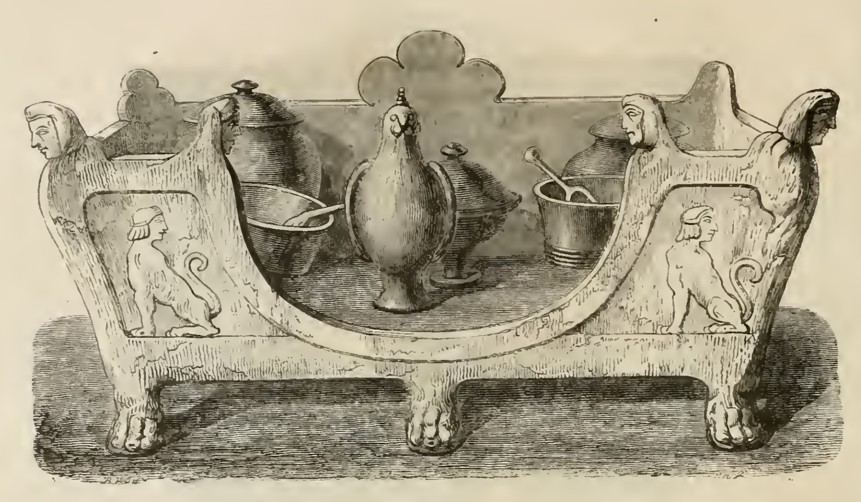


Fig. 140. — Caisse en terre cuite, renfermant des ustensiles de ménage.

C'est une espèce de caisse en terre cuite renfermant uniquement des ustensiles de ménage, également en terre cuite. La conformation des vases renfermés dans cette caisse, leur assigne une origine étrusque, mais cet ensemble a dû être imité par tous les potiers grecs, et surtout par ceux d'Athènes, qui étaient naturellement les principaux fournisseurs des habitants des villes voisines.

CHAPITRE VII

SUITE DE LA POTERIE DANS L'ANCIENNE GRÈCE. — LES URNES ET LES VASES FUNÉRAIRES. — VASES ÉTRUSQUES ET VASES CAMPANIENS. — CONSEILS AUX AMATEURS DE VASES ÉTRUSQUES.

Nous avons dit, que les urnes avaient pour usage principal de recevoir les cendres des morts, mais qu'il y a peu de vases grecs auxquels on puisse attribuer ce nom et cette destination. Pour être exact il faudrait ajouter que la plupart des urnes et des vases funéraires qui sont parvenus jusqu'à nous, sont considérés comme de véritables vases étrusques, puisqu'on les a découverts presque tous dans l'ancienne Étrurie. Une partie, néanmoins, paraît avoir été fabriquée par les potiers grecs de l'île de Samos, et par d'autres potiers établis dans la Grande-Grèce, colonie grecque du sud de l'Italie. Ces diverses fabriques envoyaient leurs produits en Étrurie.

Plusieurs urnes trouvées dans les tombeaux se rapprochent plus ou moins du singulier vase que nous représentons ici (*fig.* 141), et qu'on a recueilli dans les chambres sépulcrales les plus anciennes de Chiusi. Ce vase, comme on le voit, est pyriforme, porté sur un socle en pierre; il est muni de deux anses à peu près perpendiculaires à la base. La partie supérieure est composée de deux bras, un col et une tête, qui étaient sans doute le portrait de l'homme dont ce vase renfermait les cendres. Cette tête, avec le

col qui la portait, était mobile et attachée au collet du vase par une cheville en bronze. Les bras qui traversent ces anses étaient également mobiles, et attachés de la même manière au corps du vase.

C'est dans des vases à peu près semblables à celui que représente la figure 141, qu'é-



Fig. 141. — Urne funéraire étrusque, à tête et bras humains.

taient placées les cendres des morts; car on y trouve quelquefois les cendres mêmes. Pour que les vapeurs qui pouvaient encore se dégager des cendres venant du bûcher pussent se répandre au dehors, on pratiquait, à la partie supérieure du vase, une ouverture de chaque côté, et cette ouverture se continuant sous les bras de la statuette, aboutissait à un trou ouvert sous la main.

Le cabinet des médailles de la Bibliothèque de la rue Richelieu renferme une urne funéraire du plus haut intérêt. C'est un beau vase à couverture noire, relevé d'une simple couronne de laurier. Ce vase, d'après les archéologues, contient les cendres de Cimon, fils de Miltiade, et doit remonter ainsi au milieu du ve siècle avant Jésus-Christ.

Outre les *vases funéraires*, on a trouvé, dans les tombeaux, un grand nombre d'autres vases placés à côté de l'urne. Les sujets qu'ils représentent ne font pas supposer qu'ils eussent été fabriqués spécialement en vue de cet emploi : on est plutôt porté à croire que c'étaient des objets que le mort avait aimés pendant sa vie, et que la piété des parents avait enterrés avec lui.

Ainsi on a découvert en 1825, aux environs de Chiusi et dans plusieurs localités de l'Étrurie centrale, des tombeaux, ou plutôt des chambres sépulcrales, renfermant un grand nombre de vases étrusques,



Fig. 142. — Vase étrusque.

avec des sujets peints en noir sur un fond jaune et des ornements en relief, sur les anses, sur les bords du bec, du collet et sur la panse. Les céramistes font remarquer que la pâte en est assez grossière et que les or-



Fig. 143. — Vase étrusque du Louvre.



Fig. 144. — Coupe étrusque.



Fig. 145. — Vase étrusque à bas reliefs.



Fig. 146. — Vase étrusque à anses cordées.

nements et les figures ont, par leur style et leurs vêtements, tous les caractères d'une époque très-ancienne.

Les urnes que nous représentons (*fig.* 142, 143, 144, 145, 146) sont en terre noire, du caractère des vases funéraires. Elles portent des têtes d'animaux en relief, de petites chasses, etc. ; l'une d'elles montre une chimère. Elles ont en général des formes et des ornements très-distincts de ceux des vases campaniens; néanmoins il est très-difficile de distinguer ces poteries peintes des poteries grecques de la Campanie proprement dites.

Voici la description technique de ces cinq vases :

Fig. 142. *Vase biforme semi-ove, et cylindroïde raccourci ; pâte noire ; orné de bas-reliefs.*

Fig. 143. *Vase semi-ove, cotyle, à anses horizontales, de pâte noire, avec ornements en partie en relief, en partie gravés.* (Ce vase appartient a la collection du Louvre.)

Fig. 144. *Coupe conoïde profonde, à pâte*

noire, godronnée; figures et ornements en relief.

Fig. 145. *Vase biforme, culot turbiné, collet colliforme, anses simples, perpendiculaires, bas-reliefs, pâte noire.*

Fig. 146. *Vase biforme, à culot pyriforme godronné, collet colliforme, à anses perpendiculaires cordées.*

Le dernier de ces vases, à pâte noire, assez bien façonné malgré l'irrégularité du godron et de la position des figures, appartient à la collection du Musée du Louvre.

On a trouvé en outre, dans l'Étrurie, des vases noirs, dont la pâte est rougeâtre et grossière, et qui sont bien différents, par leur forme et leur lourdeur, des vrais vases étrusques, noirs, luisants, qui sont de modèle léger, avec des ornements en relief d'un goût parfait, et qui viennent des environs d'Arezzo, de Volterra, etc. Ces vases portent des figures en relief et comme appliquées après coup. On n'y reconnaît aucune imitation ni des Grecs, ni des Romains mais on y trouve plutôt, comme le dit M. Dorow, dans son livre sur les *Poteries étrusques*, quelque analogie avec les vases germains des bords du Rhin et les vases gaulois; ce qui confirme l'opinion que nous avons émise plus haut de l'antiquité de la céramique chez les habitants primitifs d'une partie de la Gaule et de la Germanie.

Beaucoup de ces vases n'ont pas été cuits, mais simplement séchés au soleil. Aussi sont-ils très-fragiles. M. Brongniart partage, sur leur ressemblance avec les vases germains et gaulois, l'opinion de M. Dorow.

Il est à remarquer qu'en trois ans (de 1827 à 1830) on trouva un véritable gîte de vases étrusques dans les environs de Vulci, car leur nombre dépassait 5,000. Ce qui a donné lieu à de nombreuses controverses, parmi les archéologues, c'est que ces vases, quoique évidemment trouvés sur le territoire étrusque, présentent tous les caractères de vases grecs, même dans leurs détails. Ainsi, ils sont généralement couverts d'inscriptions grecques, et quelque variété qu'on trouve dans leur style, on y reconnaît toujours les caractères grecs dans l'association des couleurs, c'est-à-dire des figures brunes sur un fond jaune, des figures noires sur un fond rougeâtre et des figures rougeâtres sur un fond noir. En outre, on ne voit sur ces vases que des sujets grecs, avec les divinités, les costumes et les usages de l'Attique, et néanmoins quelques vases portent des inscriptions en caractères étrusques et en caractères grecs disposés arbitrairement, par conséquent inintelligibles. Les potiers plaçaient ces caractères pour donner, dit-on, à leurs produits l'apparence d'une haute antiquité.

Nous venons de parler des controverses qui ont eu lieu entre les archéologues, à propos des vases dits *étrusques*, que l'on considère généralement aujourd'hui comme d'origine grecque. Il ne sera pas sans intérêt de terminer cette discussion en reproduisant quelques lignes du *Traité des arts céramiques* de Brongniart.

« Les poteries campaniennes italo-grecques, que l'on considère, dit Brongniart, comme les plus anciennes, sont celles qu'on a désignées pendant longtemps sous le nom impropre de *poteries* et *vases étrusques*. Mais les antiquaires et tous les érudits qui ont fait attention aux lieux d'où ces vases ont été tirés, qui ont étudié les sujets qu'ils représentent, les inscriptions qu'ils portent, ont admis que la fabrication de ces poteries datait d'un temps *antérieur* aux Étrusques, qu'elles étaient d'origine grecque et des plus anciens temps de la Grèce. Winckelmann, faisant remarquer que ces vases ne se trouvaient pas en Toscane, mais toujours dans ces parties de l'Italie qu'on appelait la *Grande-Grèce*, et notamment dans la Campanie, leur donne, le premier, le nom de *vases campaniens*.

« L'origine de cette erreur, dénoncée par Winckelmann et entièrement détruite par d'Hancarville, vient, dit-on, de l'interprétation que les Toscans ont voulu faire en faveur de l'ancienneté de leurs ancêtres, les Étrusques, d'une épigramme de Martial, qui a appliqué le nom d'Étrusques à des vases d'Arezzo, faits dans cette ville par des ouvriers grecs venus de Samos. Les Toscans ont appliqué cette dénomination à tous les vases semblables déterrés en Italie.

« Or tous ces vases ont des caractères historiques que les antiquaires ont su remarquer. Tel est le style et la nature des sujets qui y sont représentés et qui sont toujours relatifs à la mythologie, aux usages et au costume des anciens Grecs; telles sont les inscriptions grecques placées sur ces vases, et qui indiquent par la forme des lettres, les changements arrivés à diverses époques dans l'écriture grecque, caractères et dispositions qui ne permettent pas à des hellénistes, d'ailleurs très-instruits, d'y reconnaître la langue grecque (1). »

Brongniart cite à ce sujet une anecdote assez piquante. La bibliothèque de la manufacture de Sèvres possède trois mémoires manuscrits *sur les vases grecs vulgairement nommés étrusques*, attribués à d'Hancarville. L'auteur y expose les motifs qui lui font regarder tous les vases peints comme étant de fabrication grecque et non étrusque, et à ce propos, il raconte ce qui suit :

« Le chanoine Mazzochi, très-savant helléniste, prit et donna pour étrusque une inscription d'un vase de la collection de Mastrillo. D'Hancarville le fit lire à M. Martorelli, qui, sur la foi de Mazzochi, commença par nier le fait; mais en la lui faisant épeler lettre à lettre, il lui montra qu'il lisait du grec. Son étonnement fut extrême et, depuis lors, il admit comme grecs la plupart des vases nommés étrusques.»

Ce passage doit donner à réfléchir aux amateurs de céramique ancienne. Si les potiers grecs imitaient déjà les poteries étrusques, quelle garantie sérieuse peut-on trouver contre les contrefaçons modernes, qui sont exécutées avec tant d'habileté, surtout aujourd'hui que la chimie donne aux contrefacteurs le moyen d'imiter toutes les pâtes, en simulant même les défauts qui existent dans les vases les plus anciens? Il n'y a donc qu'une étude sérieuse, des visites assidues dans les musées et les collections, ainsi que la comparaison des pièces considérées comme authentiques, qui puissent donner le moyen de contrôler la véritable origine des coupes, des vases que l'on vend comme anciens, et qui sortent parfois tout simplement de quelque usine d'Allemagne ou d'Italie où l'on fait de l'étrusque sur commande.

(1) *Traité des arts céramiques*, 2e édition. Paris, in-8°, 1851, t. I, p. 518.

Voici à ce sujet une note que nous empruntons à M. Demmin, et qui mettra les amateurs d'antiquités en garde contre les embûches que la cupidité et la fraude tendent sous leurs pas.

« L'ivoire sculpté ancien s'imite partout : presque tous les musées en renferment de faux. Tel amateur de Cologne ne possède pas une seule pièce ancienne parmi sa collection, qui se compose d'un millier d'exemplaires, et il ne paraît pas s'en douter. Il y a des marchands, à Paris et en Allemagne, qui ont gagné leur fortune en vendant des imitations exécutées sur commande.

« Le fer martelé et les anciennes fontes même, se contrefont à Paris, en Italie et en Allemagne. L'auteur a vu vendre à Paris et ailleurs, à des prix énormes, beaucoup d'armures et d'armes dont l'ancienneté ne remontait pas plus haut que les récoltes de l'année; elles sortaient en majeure partie des fabriques de Stuttgard.

« Les meubles et les bois sculptés en général s'imitent à Cologne et en Belgique, encore mieux à Paris. On les travaille dans des bois *piqués des vers.* »

Mais c'est surtout en Italie que la supercherie est poussée à ses dernières limites. M. Demmin affirme avoir vu vendre à des Anglais cinq fois la même vierge de faïence, faussement attribuée à Lucca della Robia. Immédiatement après la vente, le marchand remplaçait, sur la niche creusée dans le mur, la vierge vendue, par une autre, tirée de Bologne. Chaque acheteur se sentait bien convaincu de l'authenticité de cette faïence ancienne, puisqu'il l'avait achetée sur place et encore fixée dans le mur.

La conclusion de ces remarques c'est que les amateurs doivent se défier beaucoup des vases prétendus étrusques.

CHAPITRE VIII

QUELQUES VASES SINGULIERS OU EXCEPTIONNELS. — LES RHYTONS ET LES VASES A DEUX TÊTES. — LA GRANDE CÉRAMIQUE.

Pour terminer cette longue revue des productions céramiques de la Grèce, nous si



Fig. 147. — Rhyton du Musée du Louvre.

gnalerons certains vases singuliers que nous n'avons pu faire entrer dans le cadre que nous nous étions tracé.

Aux époques de luxe et de civilisation excessive, on voit les beaux-arts suivre parfois une route un peu désordonnée. Il faut répondre au besoin de nouveauté, au caprice du riche qui veut se singulariser en montrant des œuvres sans pareilles. Il faut surtout frapper les esprits blasés en leur offrant des choses inconnues, curieusement originales. Les *rhytons* et les *vases à deux têtes* rentrent dans cette catégorie de produits céramiques anormaux nés d'un excès de production, et marquant une déviation véritable de l'art régulier et tranquille.

Le Musée du Louvre possède une des séries les plus rares qu'il soit possible de voir de ces poteries grecques anormales.

Parlons d'abord des *rhytons*. Nous avons déjà dit que l'on a fait dériver le mot *Céramique* d'un mot grec signifiant *corne*. Dans les *rhytons*, les potiers grecs rappelaient les cornes percées, c'est-à-dire les vases primitifs qui servirent, dit-on, à boire le vin.



Fig. 148. — Vase à deux têtes du Musée du Louvre.

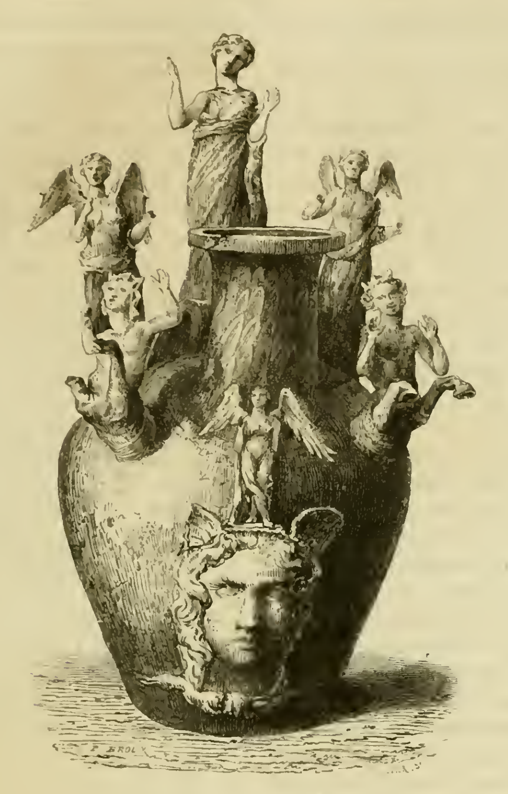


Fig. 149. — Vase de l'Apulie, du Musée du Louvre.

Dans la figure 147 qui reproduit l'un des *rhytons* du Musée du Louvre, la partie aiguë de la corne a pris la forme d'une tête de bœuf, et la partie supérieure, en forme de vase, est enrichie d'ornements artistiquement composés.

Les vases à double tête sont nombreux dans la collection du Louvre. On y remarque entre autres celui représentant *Alphée et Aréthuse*, que nous reproduisons ici (*fig.* 148).

Sur un autre vase de la même collection, on voit, avec Hercule et Omphale, la grande tête de Silène, plus un jeune Satyre riant, ainsi que des nymphes et des figures de nègres qui montrent toute la souplesse du talent des potiers grecs.

Comme vases sortant des catégories ordinaires, nous signalons encore certains modèles particuliers aux potiers de l'Apulie. Celui que nous reproduisons (*fig.* 149) et qui figure au Louvre, est une œuvre toute sculpturale. Le corps est une espèce d'amphore renflée, surmontée d'une anse. On y remarque une foule de pièces accessoires. Sur le col du vase domine une divinité placée debout. Aux deux côtés apparaissent des Tritons, dont les pieds de chevaux battent l'air. D'autres figurines s'é-

lèvent sur l'anse et sur les parois du vase.

Nous n'avons rien dit encore de la *plastique*, c'est-à-dire de l'emploi des pièces en terre cuite dans l'architecture grecque. C'est ce dernier point qu'il nous reste à traiter.

M. Ziégler admet, comme un fait incontestable, que c'est la céramique qui, par ses essais de chaque jour, fit progresser l'architecture en Grèce. On pensait tout le contraire autrefois. Quoi qu'il en soit, l'influence réciproque de ces deux arts, également prospères chez les Grecs, ne saurait être douteuse; le développement de la céramique ne fut pas inutile au progrès de l'architecture.

On peut juger d'après les écrivains les plus anciens et même d'après les médailles antiques, que les statues primitives de la Grèce n'étaient que d'informes ébauches. La statue de la Pallas primitive d'Athènes, celle de la déesse Cérès, étaient tout au plus des troncs d'oliviers à peine dégrossis; et les merveilles de Dédale n'étaient que des espèces de marionnettes mues par des fils, ou au moyen d'une certaine quantité de mercure versée dans l'intérieur de la figurine. Ce furent les progrès de la céramique d'Athènes, stimulée par les importations qu'elle recevait de l'Orient et qui lui servaient de modèles, qui donnèrent un cachet artistique aux œuvres grecques, et qui firent peu à peu éclore des chefs-d'œuvre là où il n'y avait eu longtemps que d'informes essais.

Il existe sur les édifices grecs, un grand nombre de corniches, d'entablements, qui sont ornés de sculptures et de bas-reliefs. La plastique trouvait un emploi fréquent dans la fabrication des tuiles d'ornement placées au bord de ces toits plats que les architectes appellent des *ante-fixes*.

Les figures antiques en terre cuite ne sont pas moins nombreuses que les ornements. Elles entraient dans la décoration des édifices. La plupart sont d'assez petites dimensions, bien que les anciens en aient fabriqué de plus grandes, ce que nous aurons l'occasion de constater en parlant des potiers romains.

Les œuvres plastiques des Grecs, qu'il s'agisse de statues, de tombes ou de bâtiments, étaient presque toujours coloriées soit en bleu, soit en vert, soit en rouge. Cette dernière couleur était la plus fréquemment employée.

Pline nous apprend que Dibutade, de Sicyone, à qui l'on attribue, comme nous l'avons dit, l'invention de la plastique, et qui était établi à Corinthe, introduisait de la *rubrica* dans l'argile dont il composait sa pâte, pour lui donner une couleur rouge. Ces couleurs étaient terreuses et peu adhérentes ; cependant il est bien rare qu'en cherchant avec attention, on n'en trouve pas quelques restes dans le fond des plis et dans les cavités où elles ont été garanties du frottement. Le musée de Sèvres possède un petit tombeau étrusque, où se voient assez facilement les vestiges de la couleur rouge et verte dont il avait été enduit.

MM. le duc de Luynes et de Bacq, architecte, ont trouvé dans les ruines de Métaponte (golfe de Tarente), dans le lieu dit *Chiesa de Sansone*, des fragments de corniche et des têtes de lion, d'environ quatre décimètres de hauteur, qui étaient enrichies de couleurs brune, rouge, jaune, très-vives, et qui paraissaient avoir été cuites avec la terre. Ce qu'il y a de remarquable sous le rapport de la fabrication, c'est que cette pâte, de terre cuite assez dure, a un grain grossier dans l'intérieur mais très-fin à la surface, de manière à donner aux détails de la sculpture toute la finesse désirable.

Ce n'est donc pas sans raison que beaucoup d'archéologues regardent la plastique comme ayant précédé, en Grèce, la sculpture en pierre. Il est certain qu'on trouve des figurines en terre cuite parmi les objets de la plus haute antiquité, et chez les nations les moins avancées dans les arts, comme par exemple, les anciens Mexicains et les anciens Péruviens.

CHAPITRE IX

RÉSUMÉ DE LA CÉRAMIQUE CHEZ LES GRECS.

Ce n'est pas sans une certaine satisfaction que nous avons exposé les progrès faits par la céramique dans l'ancienne Grèce. Le développement de cet art retrace plastiquement l'histoire de la Grèce artistique. Qu'étaient les Grecs? Des peuplades venues un peu de partout. Ils s'établissent sur un sol prédestiné, favorisé de tous les dons de la nature. Ils s'épanouissent aux doux rayons du soleil, et dans l'air qu'ils respirent ils semblent puiser le germe et l'instinct des beaux-arts. En partant de simples ébauches, ils créent bientôt des chefs-d'œuvre. Dans les arts, dans la littérature, dans les sciences, ils savent tout s'assimiler, et leur génie aidant, ils produisent une civilisation de toutes pièces, une science parfaite, une société brillante et polie, dans laquelle aucun peuple n'aurait pu reconnaître la part qui lui avait été prise, et qui finit bientôt par s'imposer à l'Europe tout entière.

Dibutade invente la plastique, acceptons comme vraie cette fable ; mais les Grecs sont commerçants, ils trafiquent avec les peuples de l'Orient et ils rapportent des pays lointains des objets d'art, qui excitent leur enthousiasme lorsqu'ils les comparent à ceux qu'ils produisent eux-mêmes. Bientôt, la poésie des peuples de l'Orient les inspire : ils imitent, pendant quelque temps, mais bientôt ils créent par eux-mêmes. On voit alors éclore des œuvres gigantesques ou magistrales. Homère chante l'Iliade et l'Odyssée; Aristote, après Pythagore et Thalès, élève d'un seul coup le majestueux édifice des sciences physiques et naturelles. Des peintres, timides d'abord, ensuite hardis, se montrent aux quatre coins de cette terre privilégiée.

Avançons de trois ou de quatre siècles, et nous arrivons à l'ère de Périclès, de Périclès qui dépensa 18 millions (3,000 talents), pour enrichir Athènes des chefs-d'œuvre de l'architecture de la sculpture et de la peinture recueillis dans le monde entier. Alors Phidias produit la statue de Minerve; mais ,condamné à l'exilpar ses compatriotes ingrats, il taille dans la pierre son Jupiter Olympien, et ne croit pas se déshonorer en descendant dans les ateliers des potiers du Céramique, et en dessinant pour eux les modèles des vases qu'ils vont exécuter.

Avec de pareils éléments, comment la céramique pouvait-elle ne pas produire des chefs-d'œuvre? Le temps était loin où, comme nous l'avons dit, c'étaient des oliviers dégrossis qui représentaient la Pallas antique et les autres divinités de l'Olympe. Il fallait aux peuples de l'Attique des objets, non d'un art conventionnel, mais d'un art véritable. Ils avaient trop souvent symbolisé la force par un homme barbu, aux membres épais; ils voulurent qu'on leur représentât des jeunes gens, des *éphèbes*, aux formes rendues viriles par les exercices du gymnase. Les femmes couvertes de vêtements disparurent, pour faire place aux vierges nues « habillées de leur innocence », pour emprunter l'image d'un poëte. Tout tendit au beau, dans l'acception artistique du mot, et bientôt la céramique, s'inspirant de l'esthétique, de la statuaire et de la peinture, créa d'admirables monuments, dont un grand nombre malheureusement ont disparu aujourd'hui, perte que ceux qui nous restent nous font regretter plus douloureusement encore.

La Grèce multipliant ses colonies, les Grecs apportent dans ces centres nouveaux leurs goûts artistiques. Ce n'est plus seulement à Athènes et à Corinthe qu'on trouve des potiers grecs. A Smyrne, à Samos, à Rhodes, dans l'Asie Mineure, on voit produire des coupes élégantes et des vases artistiques. Jusqu'en Afrique, à Tripoli, à Car-

thage, on rencontre des potiers grecs célèbres. Ces derniers voient bientôt leur naître des émules dans l'Étrurie, dans la Grande-Grèce, dans la Campanie et la Sicile, dans l'Apulie, dans toute l'Italie méridionale, qui alors était presque partout composée de colonies grecques, tandis que quelques siècles plus tard, par un de ces revirements dont l'histoire nous offre plus d'un exemple, c'est la Grèce qui devait devenir une annexe de l'empire romain.

Ces considérations font pressentir que nous n'aurons pas beaucoup à nous étendre sur la céramique à Rome et dans les pays où les Romains portèrent leur domination. Les Romains trouvèrent la céramique toute créée par le génie grec; ils n'eurent qu'à lui faire subir certaines modifications, pour l'approprier à leur génie propre et à leurs usages particuliers.

CHAPITRE X

COMPOSITION CHIMIQUE, CARACTÈRES ET PROPRIÉTÉS DES POTERIES GRECQUES ET ÉTRUSQUES.

Avant de passer à la poterie romaine, à son histoire et à la description de ses principaux types, nous caractériserons, au point de vue scientifique, l'espèce chimique des poteries sur lesquelles les Grecs ont tracé leurs chefs-d'œuvre.

Fait singulier, ces vases aux contours si purs, aux formes si délicates, au dessin si correct et si achevé, furent exécutés sur la plus grossière des matières céramiques, sur ce que l'on nomme la *poterie commune*, et qui sert aujourd'hui à confectionner nos marmites, nos écuelles vernissées, et les vases les plus infimes à l'usage du peuple.

C'est à Alexandre Brongniart que l'on doit la découverte de ce fait, que les vases grecs rentrent dans la classe des poteries les plus communes. Brongniart a développé cette thèse et a mis cette vérité hors de doute dans un chapitre plein d'intérêt, que l'on nous saura gré de reproduire.

« L'examen technologique de toutes les poteries de l'Antiquité, si connues, si célèbres même et depuis longtemps, sous les noms de *poteries grecques, campaniennes*, *étrusques*, *samiennes*, *romaines*, etc., conduit nécessairement, dit Alexandre Brongniart, à conclure que toutes ces poteries appartiennent à la classe de la poterie *commune*. La pâte des *vases grecs*, toujours rougeâtre, quelquefois cependant d'un gris rougeâtre pâle, est en général fine et légère, à texture lâche, et, comme nos poteries communes, elle laisse transsuder l'eau, lorsqu'elle n'a été enduite d'aucun vernis; elle est tendre, facile à être entamée par le couteau, et n'a reçu qu'une faible cuisson.

« Lorsqu'on met de l'eau dans ces vases, ils répandent une odeur argileuse des plus sensibles; l'eau ne les traverse pas tout de suite, mais au bout de dix à vingt heures, elle suinte en gouttelettes très-petites de toutes les parties où il n'y a presque pas de vernis. Néanmoins cette poterie s'approche davantage par sa composition de la pâte des faïences que de celle des poteries communes; car elle fond complétement à la température de la cuisson de la porcelaine, et renferme environ 10 pour 100 de chaux, indiquée par l'analyse, qui a donné les résultats suivants :

Analyse de la pâte dépouillée de vernis, et privée d'eau d'un vase campanien.

	Par M. BUISSON. Dans le laboratoire de l'Esse.	Par VAUQUELIN (1)
Silice	63	53
Alumine	20	15
Chaux	09	08
Magnésie	02	»
Oxyde de fer	04	24
Perte de manipulum	02	»
	100	100

« Le vernis transparent qui recouvre cette pâte est tellement mince, qu'on n'a pas encore entrepris d'en déterminer la nature. La couleur noire qui est employée, soit comme fond général, soit comme couleur, n'est pas très-bien connue. M. Chaptal affirme que ni l'un ni l'autre ne renferme aucun oxyde de plomb, et que la couleur noire est due à la vitrification de quelques produits volcaniques. M. Vauquelin l'attribue à une combinaison charbonneuse analogue à l'anthracite.

(1) *Vases grecs*, par Dubois de Maisonneuve, t. I, Introduction, page 8, note 47.



Fragment d'une jatte hémisphérique à reliefs.



Fragment d'une coupe hémisphérique à reliefs.



Fragment du bord d'une coupe hémisphérique à reliefs.



Portion d'une coupe hémisphérique à reliefs.

Fig. 150 à 153. — Fragments de coupes et de vases romains de la première sorte.

« La façon de ces poteries est souvent parfaite et très-soignée, au point que le dessous des pieds de certains vases présente des moulures peu saillantes et tournées avec une grande pureté.

« Des instruments semblables à nos estampilles ou cachets ont souvent été employés pour former des ornements comme gravés sur différentes parties de ces vases. La ressemblance complète de ces ornements, et la manière dont ils sont estampés sur la pièce, ne laissent aucun doute sur ce mode de fabrication.

« Il y a très-peu de pièces ovales, encore moins de rectangulaires; des côtes arrondies ou goudrons délicats, mais prononcés avec fermeté, ornent le corps des pièces. Leur irrégularité prouve qu'ils ont été faits à l'outil et non au tour, sur la pièce encore fraîche; leur obliquité sur le pied de la pièce due à la retraite en spirale qu'elle a prise en cuisant, prouve qu'ils n'ont pas été faits dans un moule. Les garnitures, anses et becs sont en général simples sans jamais être lourds; des méplats tellement sentis et réguliers qu'ils sembleraient avoir été faits à la filière, des côtes peu saillantes, parallèles aux bords, et des torsades, allégissent les anses sans leur ôter la solidité qui leur est nécessaire.

« La plupart de ces vases ont été ébauchés d'une seule pièce; mais quand ce mode de façonnage n'était pas praticable, soit en raison de la forme de la pièce, soit en raison de sa grandeur, le collage est en général si exact et si parfait qu'il est très-difficile d'en découvrir les traces, et par conséquent de déterminer avec certitude le mode de façonnage.

« Les pièces ovales très-rares et les figures d'animaux des rhytons ont été faites dans des moules à deux coquilles.

« Ces poteries sont généralement à pâte rougeâtre pâle et sale, très-souvent couvertes d'ornements en noir et de figures réservées en rouge; il n'y a que très-rarement des ornements et des figures en relief, encore ces figures sont-elles mates et accompagnées des ornements noirs et rouges qui caractérisent les vases campaniens.

« Le vernis, qu'on appelle *rouge* et *jaune*, ne me paraît avoir aucune couleur; mais comme il est mince et transparent, il exalte et ravive la couleur rougeâtre de la pâte.

« Le *noir*, seconde couleur dominante des vases campaniens, peut être aussi considéré quelquefois comme un vernis général placé sur ce premier. Les vases campaniens présentent quelques autres applications de couleurs peu variées et toujours mises en teinte plate. Ces couleurs sont en général opaques, mates, et de la nature des engobes; ce sont :

« Le *rouge de brique* mat, employé en rehaut et en ornement;

« Le *rouge violâtre* mat ;

« Le *blanc*, employé de la même manière, mais plus communément il est d'une nature argileuse, happant à la langue et devenant translucide par l'absorption de l'eau.

« Il est employé tantôt à faire des ornements blancs, qui sont toujours en saillie, et qui ont cependant beaucoup de fixité, tantôt en fond général ; il paraît moins solide; il est extrêmement absorbant, et quelquefois peint en jaune.

« C'est sur ce fond blanc que les anciens ont quelquefois placé des peintures de diverses couleurs, rouge vif, verte, bleue, mais toujours à teinte plate. Ces couleurs ne sont point de la nature des couleurs vitrifiables; elles n'ont qu'une très-faible adhérence avec le fond; elles n'appartiennent donc pas à l'art dont nous traitons, et je n'en parle ici que pour faire apprécier ce qu'on doit entendre par ces vases grecs, ornés de sujets et d'ornements richement colorés, et qui sont mentionnés comme des objets aussi précieux que rares.

« Néanmoins, on remarque que les contours des figures et des grandes parties qui composent ces espèces de tableaux out été tracés avec une couleur vitrifiable jaunâtre.

« Quelques-uns de ces vases ont offert, mais bien rarement, des ornements en or : ce sont en général de petites perles ou de petits épis d'or placés en ornements, sur d'autres ornements, ou sur des figures, et qui paraissent avoir eu pour dessous un pied ou collage fait avec un engobe rougeâtre, qui forme une légère saillie. La feuille d'or a été appliquée sur cette saillie, qui paraît avoir fait l'office du fondant de bismuth, avec lequel on fixe l'or sur les couvertes non ramollissables.

« Les figures, qui sont presque toujours en rouge sur un fond noir, ont été réservées; on en a tracé les contours avec du noir, et le fond a été mis au pinceau et rechampi à l'entour des figures. La plus simple attention suffit pour faire voir que les anciens n'ont employé dans le posage des fonds et la peinture des figures et ornements, ni le procédé du putoir, ni celui du grattage, ni celui des types ou réserves découpées. Il y a plus d'incorrections, mais aussi plus de sentiment ; celui de l'ouvrier artiste qui dessinait et touchait si rapidement ces figures s'y présente dans toute sa force et dans toute sa naïveté : c'est ce qui fait le mérite ou au moins l'intérêt de ces sortes de peintures.

« Le noir est mis sur le vernis ou enduit transparent, et participe plus ou moins du brillant de ce vernis; le blanc et le rouge mat sont placés sur le noir.

« Les anciens attachaient un grand prix à ce genre de peinture, puisqu'ils nous ont transmis le nom de l'artiste qui l'avait pratiqué le premier. C'est à Téléphanus de Sicyone qu'on en attribue l'invention.

« Il est généralement admis que ces poteries sont de la plus haute antiquité, et que parmi elles les plus anciennes sont celles dont les ornements et les figures sont en noir sur un fond rouge-pâle; elles ont une raideur de contour et de pose qui contribue à caractériser cette ancienne époque, qu'on fixe à six ou sept cents ans avant l'ère chrétienne. Ces vases, d'origine grecque, qu'on ne trouve ni en Toscane, ni à Pompeïa, ni à Herculanum, mais qui sont si abondants dans les environs de Capoue, de Nola, de Cumes, et jusqu'aux portes de Naples, étaient déjà rares et fort recherchés du temps de Jules César.

« Ce sont en général, ou des vases votifs, ou des vases reçus en prix, ou enfin des vases d'ornement qu'on enterrait avec celui qui les avait possédés, comme étant une des choses auxquelles il était le plus attaché. Aussi est-ce presque uniquement dans les tombeaux, entre les jambes et tout autour des squelettes, qu'on trouve presque tous ceux qui garnissent en si grand nombre les collections de vases antiques, formées dans la plupart des villes de l'Europe où les arts sont cultivés.

« C'est à leur destination religieuse, c'est à la place qu'elle leur a assignée dans des lieux qui les ont mis pendant des siècles à l'abri des dégradations de tous genres, qu'on doit la belle et abondante conservation de ces poteries, si instructive sous tous les rapports.

« Les poteries antiques de Sicile, celles des environs d'Athènes, d'Égine, etc., peuvent se rapporter en général à cette série de fabrication antique.

« *Poteries étrusques et samiennes.* — La seconde série de vases antiques qu'on doit rapporter à la classe des poteries dont nous faisons l'histoire, sont ceux qui font partie des poteries grecques-samiennes. Ce sont là les véritables vases étrusques, puisqu'ils se trouvent dans toute l'ancienne Étrurie.

« Ils ont une pâte fine, d'un rouge jaunâtre plus pur, d'une plus grande densité et d'une plus grande dureté que celle des vases campaniens ; ils sont, comme eux, couverts d'un vernis mince qui avive la couleur de la pâte.

« Il y en a aussi à pâte noire, mais ils ne présentent presque jamais les peintures d'ornements et de figures noires et rouges qui caractérisent les vases campaniens; ils sont donc, sauf quelques exceptions

ou tout rouges ou tout noirs. La plupart présentent, les uns des figures et des ornements en relief, les autres des ornements seulement.

« On trouve aussi ces vases dans les tombeaux; mais ce n'était pas leur principale position. Il n'y a pas de doute que la plupart de ces poteries servaient aux usages domestiques, et l'on rapporte que Porsenna en avait un service de table. C'est aussi pour ce motif que ces poteries et les vases qui en sont fabriqués sont plus rares que les poteries campaniennes et qu'il est si difficile de trouver entières des pièces un peu volumineuses.

« Ils diffèrent légèrement les uns des autres, suivant les fabriques et par conséquent suivant les lieux où on les trouve. On présume néanmoins qu'ils ont tous été fabriqués par des ouvriers grecs venant de Samos, île célèbre par le grand nombre de vases qu'on y faisait et par celui des potiers qui y travaillaient. Pline et quelques autres auteurs anciens nous ont transmis les noms des plus fameux potiers, tels que Corœbus, Thériclès d'Athènes.

« Les vases et poteries qu'on trouve dans les fouilles d'Arezzo sont à pâte fine, rouge, avec des bas-reliefs et des ornements en relief.

« Ceux des tombeaux des environs de Chiusi sont noirs; les ornements en relief ne se remarquent en général que sur les anses et sur les bords des becs, du collet, de la panse, etc.

« On peut rapporter à cette série de fabrication des poteries de même époque qu'on faisait dans diverses parties de la Grèce, à Cos, à Cnide, à Cythère, dans l'île de Milo, dans l'île de Naucratis, etc.

« Telles sont encore les amphores dans lesquelles les anciens conservaient leur huile, leur vin, leurs grains, et qui avaient une assez grande capacité pour qu'un homme pût s'y loger facilement. Le tonneau qu'habitait Diogène était un vase de cette sorte; les médailles et pierres gravées antiques ne laissent aucun doute à ce sujet. On a même trouvé aux environs de l'ancien Antium, dans le territoire de Cube, des amphores de cette dimension qui, ayant été brisées ou fêlées, avaient été raccommodées avec des liens de plomb.

« Les vases plus petits, propres à contenir des liquides, ou même à servir de coupes à boire, et qu'on nommait diota, parce qu'ils étaient munis de deux anses, offrent encore des exemples de cette série de fabrication (1). »

(1) *Dictionnaire technologique*, art. *Poteries*, p. 226-232.

CHAPITRE XI

LA POTERIE ROMAINE. — CLASSIFICATION DES POTERIES ROMAINES EN QUATRE SORTES.

Comme nous l'avons établi dans l'avant-dernier chapitre, la céramique fut un art d'importation à Rome, mais cette importation se fit de bonne heure. Nous trouvons, en effet, dans les auteurs latins de nombreuses allusions aux pratiques de la poterie, et la tradition rapporte que Numa (715 ans avant Jésus-Christ), avait déjà établi à Rome un collége de potiers.

Plaute dit :

Versatior es quam rota figuris (1).

(Tu es plus mobile que la roue du potier.)

Horace, parlant d'un poëte ambitieux qui se vante d'un ouvrage de peu de valeur, s'exprime ainsi :

..... Amphora cœpit
Institui ; *currente rota*, cur urceus exit (2) ?

(Il commence, en voulant monter une amphore; mais la roue tourne, pourquoi ne sort-il qu'une petite cruche?)

Juvénal a dit (Satire IV) :

Testa alta paretur
Quæ tenui muro spatiosum colligat orbem !
..... subitusque Prometheus
Argillam, atque rotam citius properate; sed ex hoc
Tempore jam, Cæsar, figuli tua castra sequantur.

(Il faut à ce poisson un plat profond, où il puisse étaler à l'aise l'immensité de son corps. Qu'on prépare à la hâte l'argile nécessaire, qu'on mette vite la roue en mouvement; mais à l'avenir, ô César, ne manquez pas de vous faire suivre en campagne par des potiers.)

Comme les poëtes tirent toujours leurs comparaisons des choses usuelles, on peut conclure des citations qui précèdent, que les

(1) Gaudius, act. III.
(2) *Ars poetica*, vers 21.

diverses manipulations des potiers étaient parfaitement connues de tous les Romains.

La plupart des poteries romaines qui sont parvenues jusqu'à nous, ont été trouvées dans les fouilles exécutées en Italie, et dans les différents pays où avaient passé les légions romaines. Aussi les urnes, les vases des Romains figurent-ils en grand nombre dans la plupart des musées et des collections d'amateurs.

Pour mettre un peu d'ordre dans cet exposé, nous suivrons la classification adoptée par Brongniart pour les poteries romaines.

Le savant chimiste divise les poteries romaines en quatre groupes, qui diffèrent par les époques, les matériaux et les principes de fabrication.

La première sorte de poteries romaines, distinguée par Brongniart, est la mieux caractérisée. Elle se compose de pièces à pâte et à lustre rouge. Ces poteries se trouvent partout, mais surtout en France et en Angleterre. Elles ont été fabriquées de la fin du premier siècle avant Jésus-Christ, à la fin du troisième après Jésus-Christ.

Les poteries de cette première catégorie étaient façonnées avec une grande perfection. L'usage du tour est constant dans toutes les pièces rondes. Les contours, baguettes et filets, sont faits très-régulièrement.



Fig. 154. — Coupe hémisphérique à reliefs (poteries romaines de la deuxième sorte).

Les potiers romains employaient des moules dont quelques-uns ont été retrouvés dans les emplacements d'anciennes fabriques, par exemple à Luxembourg. On a même retrouvé dans les lieux où il avait existé des fours de potiers, les poinçons, les ébauchoirs, les styles et d'autres petits instruments en cuivre ou en ivoire, dont se servaient les ouvriers romains pour finir leurs ouvrages.

Nous donnons (fig. 150, 151, 152, 153, 154), quelques spécimens de la première sorte de poteries romaines. Ce sont des fragments de coupes et de vases qui ont été recueillis en différents lieux, mais qui présentent tous un caractère certain d'authenticité.

La pâte de ces poteries est généralement d'un rouge de cire à cacheter, avec un lustre brillant, vitreux, très-mince, qui, par lui-même, paraît sans couleur, mais qui rehausse le ton de la pâte.

Il est à remarquer que même les vases les plus riches, les plus grands, les mieux façonnés de cette sorte de poterie, ne sont jamais recouverts de peintures. Seulement ils sont enrichis d'ornements ou de figures en relief de même couleur et de même nature que la pâte.

Les pièces romaines de cette époque ont un style si tranché, si particulier, que l'on peut reconnaître le plus petit fragment de cette sorte de poterie de quelque lieu qu'il vienne. On a analysé, à la manufacture de Sèvres, un grand nombre de poteries de cette espèce, venant de Gergovium, et qui avaient été trouvées dans les fouilles du Châtelet (en Champagne), à Luxembourg, à Noyelles-sur-Mer. Toutes présentaient le même caractère quant à la composition du sujet. Par leur style elles décelaient une origine commune, parce que toutes provenaient de potiers romains ou qui avaient travaillé à l'instar et à l'imitation des Romains.

Nous donnerons plus loin le dessin d'une amphore romaine trouvée en Angleterre, mais il n'est pas inutile de faire remarquer qu'on a recueilli dans la Grande-Bretagne des poteries d'une date antérieure. Les plus



Fig. 155-156. — Vase à boire romain et coupe de même origine, trouvés à Londres (poteries romaines de la deuxième sorte).

anciens échantillons ont été trouvés dans des *barrows* (tumuli); c'étaient des urnes cuites au soleil dans lesquelles on enfermait les cendres des morts. Marryat, dans son ouvrage sur *les Poteries*, *les porcelaines et les faïences* (1), dit qu'on ignore si les peuples qui fabriquèrent ces vases funéraires étaient d'origine celtique ou s'ils appartenaient à des races encore plus anciennes.

Ces poteries, ordinairement d'une couleur pâle, et non cuites, sont richement décorées de zig zags ou d'autres dessins, surtout celles qu'on a rencontrées en Irlande ou dans le nord de la Grande-Bretagne.

Revenons aux poteries romaines fabriquées en Angleterre. On a trouvé des restes de fours romains à Caister, à Northamptonshire, à Lincoln, dans les marais d'Upchurch, dans le Kent, et dans New-Forest.

Il est facile de reconnaître les productions de ces différentes fabriques. L'ornementation la plus riche appartient à la poterie de Caister; les coupes à boire qu'on y fabriquait étaient ornées de rinceaux et d'animaux en relief (fig. 155) et même de figures humaines. Il est probable que quelques pièces furent transportées sur le continent.

Le vase à boire que représente la figure 155, est en pâte d'un rouge pâle et le vernis est brun-foncé; il n'a que 11 centimètres de hauteur. Il fut trouvé près de Cotenten-Street à Londres, en 1845, et figure aujourd'hui dans le *Musée de géologie* de Londres.

Le même musée renferme aussi la coupe que nous représentons (fig. 156), et qui fut trouvée à Saint-Martin-le-Grand à Londres, en 1845. L'intérieur de ce vase porte, comme empreinte, cette inscription en caractères romains :

OF. VITAL.

Ce qui doit être la marque d'un potier nommé Vitalis. Ce vase est connu sous le nom de *coupe de Samos*, parce qu'on donnait ce nom, en Angleterre, aux poteries romaines qui avaient une grande analogie avec celles qui provenaient des poteries de Samos.

On doit supposer qu'un grand nombre de poteries romaines de cette époque et de celle qui a immédiatement suivi, n'ont pas été fabriquées dans les localités mêmes qui les

(1) *Les Poteries, la Porcelaine et la Faïence* par Marryat, traduit par MM. le comte d'Armaillé et Salvetat, in-8°, Paris, 1864.



Fig. 157. — Moule en terre pour la poterie romaine trouvé en Auvergne.



Fig. 158 — Moule en terre pour la poterie romaine trouvé sur les bords du Rhin.

renferment et où les fouilles les ont fait découvrir. Les échantillons qu'on recueille dans les localités très-éloignées les unes des autres, en Angleterre, en France, en Belgique, en Allemagne, se ressemblent tellement par leurs dessins et même par les noms des potiers, qu'on est forcé de leur reconnaître une origine commune.

Aussi les antiquaires n'ont-ils pas été surpris d'apprendre qu'on a découvert sur les bords du Rhin un grand nombre de moules ayant servi à fabriquer ces poteries romaines dont on trouve tant d'échantillons dans les divers pays que nous venons de citer.

Les deux figures 157 et 158 représentent, la première, un fragment de moule en terre cuite, rouge-rosâtre, recueilli dans les environs de Lezoux (Auvergne); la seconde, un fragment de moule, également en terre cuite rougeâtre, qui a été rapporté d'Arrezo par M. Brongniart, et qui est placé aujourd'hui dans le musée céramique de Sèvres.

Les poteries de la première sorte dont nous venons de parler, servaient généralement dans les usages domestiques, soit comme vases de cuisine ou de table, soit même comme vases d'ornement. Quelques pièces, telles que des terrines, ont dû être employées dans la cuisine ou dans la pharmacie, comme mortiers ou vases à broyer.

La deuxième sorte des poteries romaines est constituée par les poteries à pâte rouge ou grise et à lustre noir. Cette variété est moins bien caractérisée que la première. C'est, en général, le même système d'ornements, de figures, le même mode de façonnage et d'application; mais au lieu de vases, de coupes à boire, on rencontre surtout des urnes, lesquelles étaient très-rares au contraire, dans les poteries romaines de la première sorte.

La pâte est d'un ton moins pur et elle est généralement moins fine et moins dure; la glaçure est noire, et souvent brunâtre.

C'est dans les contrées de la rive droite du Rhin, aux environs de Mayence, de Coblentz, de Rheinzabern, de Bonn, qu'on rencontre surtout cette variété de poteries. Nous reproduisons deux échantillons de cette sorte.

La figure 159 représente un fragment d'un vase sphéroïde à reliefs d'animaux. Il est d'une pâte grise lustrée, et a été recueilli à Rheinzabern. L'urne dont ce fragment faisait partie, devait avoir au moins 40 centimètres de hauteur, sur autant de diamètre.

La figure 160 représente un vase ellipsoïde

à filets circulaires cannelés et guillochés ; la pâte est rougeâtre, lustrée de noir. Ce vase, qui fut retiré d'un tombeau romain à un quart de lieue de Bonn, fait partie du Musée de Sèvres.



Fig 159. — Fragment d'urne trouvé sur les bords du Rhin (poterie romaine de la troisième sorte).

La troisième sorte de poteries romaines renferme les poteries à pâte grise, noirâtre et même entièrement noire, sans aucun



Fig. 160. — Vase ellipsoïde trouvé dans un tombeau près de Bonn (poterie romaine de la troisième sorte).

lustre, quoique assez luisante quelquefois. Elles sont abondamment répandues dans toute la France et toute l'Angletere, et se confondent aisément, par leurs caractères céramiques, avec les poteries germaines et les poteries gauloises ; cependant elles s'en distinguent généralement par la finesse de leur pâte, la ténacité des pièces et la perfection du façonnage sur le tour.

Le Musée de Sèvres possède les débris d'un vase, ou coupe, venant de Souaire, près de Bourges, à pâte brun-rougeâtre, assez dure, mêlée d'un grand nombre de petites paillettes de mica. La surface est d'un beau noir, sablé aussi de paillettes de mica. D'après Brongniart, l'égalité et la ténuité de l'épaisseur de cette coupe, ses arêtes vives, ses filets nets et sa surface parfaitement unie et même luisante, sont l'effet d'un tournage vraiment parfait.

M. Le Châtelier, ingénieur des mines, a trouvé, en fouillant les puits des mines autrefois exploitées par les Romains, à la butte Sainte-Geneviève, à Paris, un collet de vase qui montre absolument les mêmes dispositions. Ces fragments figurent aussi dans le Musée de Sèvres.

Les poteries romaines de la *quatrième sorte* diffèrent de toutes les autres. Elles sont à pâte jaunâtre, rosâtre, rose et même blanche, et toujours sans aucun lustre. Ces poteries, en général, étaient réservées aux usages domestiques. Les petites et les moyennes sont à pâte fine, les grandes (il y en a de très-grandes), sont des amphores à pâte grossière. A Rome, le célèbre *monte Testaceo*, qui n'est autre chose qu'un amas immense de poteries brisées, qui a fini par composer une espèce de colline, a fourni de nombreux fragments de ces poteries.

L'amphore fusiforme que représente la figure 161, appartient à la quatrième et dernière catégorie de poteries romaines. Elle fut trouvée à Londres, sur la place de l'église Saint-Michel, près du nouveau pont.

Dans ce même lieu, sur les rives de la Tamise, on a déterré un grand nombre d'objets, d'antiquités, parmi lesquels des poteries et

des tuiles, qui, pour la plupart, appartenaient à la fabrication romaine. Cette fa-



Fig. 161. — Amphore trouvée près du pont de Londres. (Poterie romaine de la quatrième sorte).

brication devait donc avoir pris un grand développement dans les grands centres de population de la Grande-Bretagne.

CHAPITRE XII

USAGES DES POTERIES ROMAINES. — LES VASES FUNÉRAIRES. — LES VASES A BOIRE. — LA DÉCORATION DES ÉDIFICES. — POTERIES ROMAINES TROUVÉES EN FRANCE, EN ITALIE, EN ANGLETERRE, EN ALLEMAGNE ET EN ESPAGNE.

Après avoir groupé les quatre sortes de poteries romaines, nous devons nous arrêter quelques instants sur leurs usages.

Nous avons dit que les vases de la première sorte, qui sont venus jusqu'à nous, indiquent clairement qu'ils servaient, pour la plupart, soit comme vases culinaires ou de table, soit comme objets d'ornement. Il n'en est pas de même des poteries de la seconde et de la troisième catégorie. Leur usage principal était de servir d'urnes funèbres.

Brongniart, dans son *Traité des arts céramiques* donne au sujet de ces urnes cinéraires, des détails précis :

« Tant que l'usage de brûler les corps, dit Brongniart, dura chez les Romains et dans les Gaules, c'est-à-dire environ pendant les deux premiers siècles de l'ère chrétienne, les cendres étaient recueillies avec les restes d'ossements, et placées dans des urnes assez grandes, à ouverture large, en pâte noire ou grise, à ornements simples, caractère de la troisième sorte et variées de formes, de grandeur et d'ornementation suivant la position de la personne dont elles renfermaient les cendres ; près de ces urnes on plaçait différents instruments et surtout un assez grand nombre de petits vases dont l'usage n'est pas déterminé bien exactement.

« Ces urnes étaient souvent renfermées dans des cercueils ou enveloppes de différentes formes et

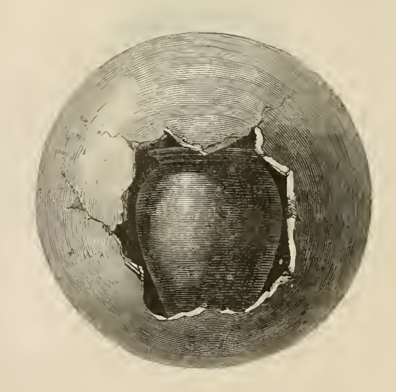


Fig. 162. — Monument sepulcral découvert à Lincoln.

nature. Une des plus remarquable est celle qui a été découverte par le révérend John Carters, décrite dans une lettre adressée à M. Pownall et figurée dans les mémoires de la Société des antiquaires de Londres (fig. 162).



Fig. 163. — Plastique romaine (Bas-relief en terre cuite du Musée du Louvre).

« C'est, comme on le voit, une urne d'une assez bonne forme, enfermée dans une sphère creuse de poterie grossière, ayant une ouverture propre à laisser passer cette urne.

« Pendant quelque temps la combustion des corps et l'ensevelissement marchèrent simultanément suivant les opinions et usages des populations. M. Jouannet a reconnu des exemples de cette simultanéité à Terre-Nègre près Bordeaux, lieu si riche en antiquités de toutes sortes, et notamment en poteries ; ce savant évalue à vingt mille le nombre des urnes et des petits vases qu'on y a trouvés.

« Vers le commencement du IIIe siècle, l'usage de brûler les corps cessa entièrement dans la Gaule, mais point celui de placer dans les sépultures des vases funéraires. On a trouvé dans beaucoup de tombeaux romains ou de tombeaux indigènes postérieurs à cette époque, de petites urnes et vases accompagnant les corps dans ces tombes, mais qui ne renfermaient ni cendres ni ossements, seulement quelquefois un peu de charbon. »

Les petites urnes données comme exemple par Brongniart, sont d'abord (fig. 164), une *urne oviforme tronquée, en terre grise*, ensuite (fig. 165) une urne gallo-romaine fusiforme. La pâte de cette dernière est d'une couleur grise ardoisée, assez dure, mate. Elle fut trouvée, avec un vase romain, de

couleur rouge, dans le cimetière de l'église de Saint-Cyr de Laon.

La dernière pièce citée par Brongniart comme spécimen d'urne romaine (fig. 166)



Fig. 164. — Urne romaine oviforme.

est d'une pâte blanchâtre assez fine. Trouvée dans le cimetière de Terre-Nègre, près



Fig. 165 et 166. — Urnes romaines du Musée de Sèvres.

de Bordeaux, elle fait partie aujourd'hui du Musée céramique de Sèvres.

« On attribue ces urnes, ajoute M. Brongniart, et il me semble avec grande raison, à la fabrication gallo-romaine, car elles participent des deux fabrications en couleur, forme et façonnage, comme il est facile de le voir en comparant cette troisième série de poteries romaines avec les poteries gauloises.

« Les chrétiens, sans adopter entièrement les usages des Romains et des Gaulois, ont placé pendant longtemps et jusque vers le XIVe siècle de petites urnes dans leurs sépultures à côté des squelettes et dans des positions constantes que les antiquaires ont reconnues et même cherché à expliquer. Ces pots ou urnes en poterie mate dans les temps où le vernis plombifère n'était pas connu, ces poteries, quelquefois vernissées depuis cette époque, étaient assez souvent au nombre de deux, l'une à la tête du squelette, qui avait renfermé de l'eau bénite, l'autre à ses pieds, ayant contenu de l'encens avec des charbons allumés. Ces observations expliquent pourquoi on a trouvé de ces urnes dans les tombes placées sous le sol des églises chrétiennes et dans des cimetières chrétiens ; elles expliquent l'origine des cendres et des charbons que quelques-unes renferment ; enfin, elles nous apprennent que ces poteries, faites à l'instar des antiques poteries gauloises et romaines, sont cependant loin d'avoir l'antiquité des poteries trouvées dans de véritables et anciens tombeaux gaulois ou romains, dont l'époque ancienne est déterminée par les armes, les ustensiles et les médailles qu'on y trouve. »

Quant à la petite poterie romaine, celle qui, comme nous l'avons vu, servait aux usages de la cuisine et de la table, les vases à boire les gobelets portaient des inscriptions dans le genre de celles que nous avons signalées chez les Grecs. Sur les uns, on lit *Imple* (remplissez), sur d'autres *Ave* (salut), sur d'autres encore *Vive et bibe multum* (vivez et buvez beaucoup).

On possède le service de table de Porsenna, roi d'Étrurie. Ces vases, étrusques par conséquent, sont de toutes sortes de dimensions, mais les plats grands et profonds dominent. Ces plats allaient au feu. Les vases à rafraîchir le vin abondent, et si l'on eût connu le vin de Champagne, du temps de Porsenna, il est à croire que les vases pour le rafraîchir n'auraient pas fait défaut.

D'après le passage de Suétone, que nous avons cité plus haut (page 211), Vitellius fit faire un si grand vase de terre pour préparer en entier un poisson, que le potier fut obligé de construire un four tout exprès pour cuire ce vase de cuisine.

Ce chapitre sur la céramique romaine serait incomplet, si nous ne disions quelques mots de la plastique destinée à la dé-

coration des édifices et des intérieurs. C'est la terre cuite qui formait la matière première des *anté-fixes*, des métopes et des bas-reliefs qui ornaient les temples et les palais. Notre Musée du Louvre possède beaucoup de spécimens de cette riche décoration. Ils proviennent, pour la plus grande partie, de Tusculum ou d'autres localités de la campagne de Rome. Il faut pourtant ajouter que plusieurs de ces terres cuites ont dû être exécutées par des artistes grecs, que les artistes romains imitaient, d'ailleurs, avec une rare perfection.

Toute la mythologie grecque est représentée dans les ornements de ces terres cuites. Hercule tuant l'hydre, ou domptant le taureau de Crète, ou combattant le lion de Némée, y apparaît avec des formes élégantes. On y voit l'histoire de la guerre de Troie, les aventures d'Ulysse, etc., etc. Nous nous bornerons à reproduire (fig. 163, page 217) une des plus remarquables de ces terres cuites romaines, qui existe au musée du Louvre, et qui peut servir de type au genre tout entier de ces belles créations de l'art.

Nous aurions maintenant à énumérer les divers pays étrangers où l'on fabriqua de la poterie romaine, et les localités dans lesquelles des spécimens de cette fabrication ont été recueillis; mais, nous l'avons dit, partout où Rome déploya ses aigles victorieuses, elle importait avec elle sa civilisation, ses mœurs et son luxe, qui commença à se manifester après la seconde guerre punique. Cette énumération serait donc bien longue; aussi nous contenterons-nous de citer les principaux centres de cette fabrication en Europe.

En France, à Paris, on a recueilli, pendant des travaux qui furent exécutés au jardin du Luxembourg, en 1801, un grand nombre de vases, d'urnes, de pièces de poterie, rouges et noires, dont la réunion dans ce même lieu permet de supposer qu'elles furent fabriquées à peu près toutes vers la même époque. Déjà, du reste, en 1757, lors de la construction du Panthéon, les fouilles avaient fait découvrir les traces d'une fabrique de ces poteries. On mit à découvert les fours et les puits d'où l'argile avait dû être extraite.

Plus récemment, en 1829, des poteries de même nature ont été recueillies dans une excavation faite près de l'église de Saint-Pierre aux Bœufs, dans la Cité. Enfin, en 1870, de nombreux vases romains ont été trouvés à Paris, dans les fouilles faites sur l'emplacement des anciennes Arènes romaines, non loin des Thermes de Julien et du palais de Cluny, auprès de la rue Monge.

Dulaure, dans son *Histoire de Paris*, signale la découverte qui a été faite à Asnières, d'un grand nombre de squelettes humains, à côté desquels étaient rangées des espèces de bouteilles en terre cuite de différentes couleurs, et des coupes en terre rouge *sigillées*, c'est-à-dire portant en relief des figures et des ornements. Ces poteries devaient remonter au IVe siècle après Jésus-Christ.

Entre Saint-Dizier et Joinville, en Champagne, sur la petite montagne du *Châtelet*, on exploita, il y a un siècle, les ruines d'une ancienne ville romaine où l'on mit à découvert onze rues, quatre-vingt-dix maisons et deux *fours à potiers*, avec un grand nombre de vases culinaires en terre rouge, dont quelques-uns étaient enrichis d'ornements. L'abbé de Tressan, qui avait eu le bonheur d'exhumer cette ville, enrichit le Musée céramique de Sèvres d'un grand nombre d'échantillons de ces poteries rouges. Le fragment d'une coupe hémisphérique à reliefs, que nous avons reproduit plus haut (fig. 151, p. 209), est l'un de ces échantillons recueillis dans cette ville romaine, qu'on suppose avoir été ruinée à l'époque de l'invasion d'Attila, au Ve siècle.

En 1780, on découvrit à l'ouest de Thiers,

près de la petite ville de Lezoux, une manufacture de poteries romaines rouges et un four de potier à forme elliptique. Des explorations postérieures ont démontré que cet établissement était un des plus vastes que les Romains aient possédés dans les Gaules.

Plusieurs découvertes importantes ont été faites de nos jours, dans la Normandie. Nous citerons, entre autres, celle qui est due à M. Ferret, conservateur de la bibliothèque de Dieppe. Il s'agit de poteries trouvées à Limeray et à Cot-côte, près de Dieppe, et qui consistent en vases ovoïdes à collet, de 3 décimètres de haut; en aiguières ventrues, de 15 centimètres de haut sur 11 centimètres de diamètre, enfin en une urne que nous représentons dans la figure 167.



Fig. 167. — Urne romaine trouvée près de Dieppe.

Cette urne a 10 centimètres de hauteur et elle est très-remarquable par les cinq dépressions qu'on voit sur son pourtour. M. Ferret pense que ces cinq dépressions devaient recevoir les cinq petites urnes qu'il a trouvées lui-même appliquées contre ce vase, (c'est ce qu'indique le plan figuré au-dessous de ce vase). Cette urne paraît remonter au temps des Antonins, c'est-à-dire au IIe siècle après Jésus-Christ.

Pour terminer cette énumération, nous dirons que des poteries d'un caractère romain incontestable, ont été découvertes au Mans, à Orléans, à Brequeruque, faubourg de Boulogne-sur-Mer, à Noyelles (Somme), à Bourges, à Souaire près de Bourges, à Esclas près de Mirecourt (Vosges), à Limoges, à Poitiers, à Saumur, sur l'emplacement de l'antique Gergovia près de Clermont, à Lyon, à Vienne (Isère), etc., etc.

Il est assez remarquable que ce soit l'Italie qui fournisse le plus petit nombre d'exemples de poteries romaines antiques. On ne peut guère citer, après Rome, qu'Arrezo et Pesaro (où l'on voit encore les vestiges d'anciens fours). Dans les ruines de Pompéi on a trouvé un grand nombre d'échantillons de poteries en bon état. Citons spécialement les amphores découvertes dans les caves de la maison de Diomède, à Pompéi, et qui renfermaient encore l'extrait desséché du vin qu'elles avaient contenu.

Les poteries antiques trouvées à Rome ont été surtout recueillies sur le *monte Testaceo*, dont nous avons déjà parlé. Comme nous l'avons dit, ce monticule était, il y a quelque vingt siècles, une espèce de bas-fond, dans lequel les habitants de Rome allaient jeter les débris de leurs vases et de leurs ustensiles brisés. Ces débris amoncelés ont fini par former un monticule. C'est en y pratiquant des fouilles profondes qu'on va aujourd'hui déterrer les premiers spécimens de la poterie romaine.

La butte du *monte Testaceo* a ce singu-

lier caractère d'être d'une grande fraîcheur; ce qui l'a rendue propre à y établir de très-bonnes caves. D'après Saussure, c'est à la porosité des poteries et à la masse caverneuse que forment ces débris, que l'on doit le vent frais qui se fait sentir sous cette étrange butte.

Nous ne nous arrêterons pas longtemps sur les poteries romaines qui ont été recueillies en Angleterre, en Allemagne, en Espagne. Elles sont fort nombreuses et elles ont presque toutes le même cachet d'origine par le style et la composition.

En Angleterre, c'est à Londres et dans ses environs, ainsi que dans les comtés de Glocester, de Kent, de Norfolk, dans le Northampton-shire, dans le Wiltshire, dans le Yorkshire, qu'on a fait les découvertes les plus importantes.

Nous ne citerons comme exemple que les urnes en terre brune trouvées dans le comté de Glocester, près Cirencester. Elles sont sphériques, hautes d'environ 20 centimètres, larges de 8 centimètres,



Fig. 168. — Urne romaine trouvée dans le comté de Glocester.

et étaient à moitié remplies d'os broyés.

Nous représentons (fig. 168) une de ces urnes. Leur ornementation ressemble beaucoup à celle des urnes germaines.

Dans le même canton, près de Kingsholm, on a trouvé des urnes funéraires, également en terre brune, d'une tout autre forme, ayant un galbe assez pur et appartenant au style grec.

Il est assez difficile de distinguer les poteries et urnes germaines des poteries et urnes de fabrication romaine. Cependant on peut regarder comme véritablement romains les débris de poteries qui ont été trouvés à Rheinzabern, près Strasbourg, à Heibengenberg, etc., et en quelques autres villes d'Allemagne, c'est-à-dire là où, à côté de ces débris antiques, on a rencontré en même temps des vestiges de fours romains.

Les vases romains trouvés en Allemagne ne présentent, d'ailleurs, rien de particulier. Ils sont presque identiques à ceux que nous avons signalés en parlant de la France et de l'Angleterre, et cela avec d'autant plus de raison que, comme nous l'avons déjà dit, c'était sur les bords du Rhin qu'étaient fabriquées les poteries employées dans ces deux pays. C'était du moins avec les mêmes moules qu'on les confectionnait.

En Espagne, une mention particulière est due à Murviedro, l'ancienne Sagonte, et à Tarragone.

Pline avait déjà signalé les poteries de Sagonte, en les plaçant au troisième rang des poteries romaines. D'après les historiens, cette ville et ses environs comptaient *douze cents* artistes et ouvriers céramistes.

Voici comment s'exprime M. Alexandre de Laborde, qui a étudié particulièrement la contrée de l'Espagne où se trouve Sagonte :

« Les vases de terre fabriqués à Sagonte par les potiers romains étaient encore plus célèbres que ceux de Tarragone. Cette fabrication remontait aux siècles les plus reculés. Plusieurs de ces vases sont marqués d'inscriptions celtibériennes et de bas-reliefs

semblables à ceux des médailles inconnues. La plupart ont conservé le nom des familles romaines de Sagonte...»

Ces dernières lignes nous prouvent que les familles patriciennes avaient l'habitude de faire inscrire leur nom sur les vases qu'elles faisaient confectionner. Nous verrons plus loin que, lorsque la porcelaine chinoise commença d'être connue en Europe, beaucoup de familles de la noblesse française envoyèrent en Chine leurs armoiries et leurs devises; de sorte que l'on vit avec beaucoup de surprise arriver à Paris de la porcelaine chinoise qui portait les armes des ducs et des barons de la cour de France.

CHAPITRE XIII

LA POTERIE CHEZ LES GAULOIS. — SES CARACTÈRES DISTINCTIFS. — VASES SINGULIERS, URNES PITTORESQUES. — POTERIES DE LA GERMANIE. — URNES CINÉRAIRES DES GERMAINS : LEUR POSITION. — SUPERSTITIONS ÉTRANGES DES PAYSANS ALLEMANDS. — JOUETS TROUVÉS DANS LES TOMBEAUX. — CONTREFAÇON DES POTERIES ALLEMANDES.

Nous avons dit que les Romains avaient importé dans toutes les contrées auxquelles ils avaient imposé leur domination, l'art grec, qu'ils s'étaient si bien assimilé. Il semblerait donc ne plus y avoir de place pour des poteries gauloises, pour des poteries germaines, pour des poteries allemandes ou franques. Cependant ces poteries existent, et elles sont en grand nombre. C'est que les Gaulois, les Germains et les Francs, qu'on les considère comme un seul peuple ou comme des branches d'un tronc commun, avaient un caractère national bien marqué. Lorsque, après leur défaite, ils durent se soumettre aux Romains, ils empruntèrent aux conquérants des procédés de fabrication qui leur permirent de perfectionner leurs propres produits; mais ils conservèrent pendant des siècles, dans leurs œuvres céramiques, leurs formes, leur style et leur génie propre.

Nous ne devons donc point nous étonner d'avoir à parler ici de poteries gauloises et germaines.

Dans plusieurs parties des Gaules, dans des lieux où l'on ne voit aucun vestige de la présence des Romains, et dans des positions où elles semblent n'avoir éprouvé aucun dérangement depuis qu'elles y ont été établies par les Gaulois, longtemps avant l'invasion romaine, on trouve des urnes ou de petits vases de pâte noire, qui, par la nature et l'aspect de la pâte, par le style simple et toujours le même de leurs formes, par les ornements d'incrustation qu'ils présentent quelquefois, ont dû être faits de la même manière, de la même pâte et par le même peuple. Ce sont là des poteries véritablement, exclusivement gauloises.

Dans un ouvrage intéressant publié, en 1872, sous ce titre : *la Poterie gauloise*, M. Henri du Cleuziou revendique avec beaucoup d'énergie l'originalité propre à l'art gaulois. Nous ne résistons pas au plaisir d'emprunter à cet auteur les lignes suivantes :

« A force de faire promener triomphalement ses chefs-d'œuvre sur les épaules de ses légionnaires couronnés de lauriers, dit M. du Cleuziou, Rome en était arrivée à se persuader que ces chefs-d'œuvre conquis par la gloire étaient siens, étaient sortis de ses mains.

« Scipion avait rassasié ses gens des marchandises de tout pays accumulées dans Carthage. Paul Émile l'habitua aux suavités incomparables de la Grèce. Marius lui fit voir les richesses inconnues du Numide. Pompée enfin, revêtu de la robe d'Alexandre, l'initia aux splendeurs, aux trônes d'or, aux riches tapis, aux meubles sculptés de la Perse et de l'Asie.

« Puisqu'elle possédait tout, Rome avait tout créé : ses historiens le redirent au monde, et le monde le crut.

« ..... Rome a été pour nous l'idéal, Rome seule était lumière, tout le reste ténèbres, Rome seule

était esprit, tout le reste brutalité féroce! Rome seule était art, tout le reste barbarie!

« Et pourtant avant que la *caliga* du centurion vînt souiller le foyer de nos huttes tranquilles ou la place libre de nos clans, il y avait un art, un esprit, une lumière en Gaule.



Fig. 169. — Vase gaulois.

« Et pourtant, sans parler de ces beaux émaux cloisonnés, dont on vient de retrouver dernièrement jusqu'au mode de fabrication, sans parler de ces médailles si curieuses d'ornement, de légendes et de symboles parlants..... et pour nous en tenir à la seule poterie, que de charmants objets déjà, lorsque César surprit la Gaule, les tables basses, les meubles simples des nobles défenseurs de notre indépendance.



Fig. 170. — Vase gaulois.

« L'art de mouler la terre atteignit bien vite en Gaule cette recherche de la forme, ce goût spécial, ce style décoratif, ce caractère enfin qu'a si bien



Fig. 171. — Vase gaulois.

deviné Jean Reynaud dans son magnifique ouvrage du *Génie des Gaules*.



Fig. 172. — Vase gaulois.

« La cervoise petillait dans de grands vases, où le Batave au rire bruyant avait appliqué des visages grotesques (fig. 173 et 174), et quand il versait à son hôte la liqueur dorée, au milieu du festin, sur les petites tasses brillaient déjà les rutilantes trognes des joyeux ivrognes de Franz Hals, de Téniers et de Van Ostade.

« Lorsque, pour fêter un voyageur, on entamait la réserve d'hiver, les femmes remontaient des celliers, de pittoresques urnes (fig. 170, 171), rangées comme les grandes séries des guerriers, décorées de fougères, de cercles, de triangles, et quand rentraient à l'étable les troupeaux errants, les servantes allaient traire les mamelles gonflées des belles génisses, dans des jattes arrondies au délicat profil, et le lait blanc parfumé des senteurs de la prairie écumait dans le vase noir.

« Lorsque, dans les douces vallées de la Champagne, on passait le vin crayeux qui moussait dans les hanaps (fig. 172, 175), et que de main en main des buveurs plus illustres et plus précieux se riaient entre eux avec cette gaieté qui semble rester leur patrimoine, c'était dans des vases de forme gracieuse, excessivement personnelle, on pourrait le dire, que circulait le jus divin de la vigne (1). »

A quoi, demande M. du Cleuziou, faut-il rattacher cet art personnel? Est-ce à l'Étrurie à la Grèce, à l'Égypte? Non! Même dans ses développements postérieurs, il est autre, il est *lui*, et déjà maintenant il diffère essentiellement de l'art égyptien, comme du grec et de l'étrusque; comme ces derniers, il se rattache à l'Orient primitif par les Ombriens, les Pélasges et les premières dynasties des bords du Nil.

(1) *La poterie gauloise*, description de la collection Charvet, par Henri du Cleuziou, in-8°. Paris, chez Beaudry, 1872.

Nous donnerons encore divers spécimens de vases gaulois (fig. 169 et 176) qui sont empruntés, comme les précédents, à l'ouvrage de M. du Cleuziou.

Ces différents vases gaulois, qui faisaient partie de la collection Charvet, se trouvent aujourd'hui au Musée archéologique de Saint-Germain.

Les figures 177 et 178 (page 227) représentent des vases gaulois empruntés à l'atlas de l'ouvrage de Brongniart, et qui existent dans le Musée céramique de Sèvres. Le premier (fig. 177) a 20 centimètres de hauteur; il est d'une pâte rougeâtre, fine, assez dure; sa surface est un peu luisante, comme celle des grès. Les ornements sont en points et petites lignes en relief. Il fut trouvé près de Lyon, au lieu dit Gorge-de-Loup, et appartient à la collection du docteur Comarmond, à Lyon.

Le second (fig. 178) est un vase à pâte grossière, d'un blanc sale, tirant sur le jaunâtre. Brongniart était incertain de le classer dans les poteries germaines ou dans les poteries gauloises, tellement, à certaines époques, les caractères de ces produits céramiques se confondent; on ne peut cependant hésiter à le ranger parmi les vases gaulois, en raison de sa ressemblance avec des vases d'origine incontestée.

Avant d'aller plus loin, nous donnerons une idée des poteries gauloises au point de vue de la chimie, comme nous avons donné une idée, au même point de vue, des poteries grecques, étrusques et romaines.

Comme les poteries grecques, campaniennes, romaines et étrusques, les poteries gauloises appartiennent au groupe chimique des

Fig. 173. — Vases gaulois.

Fig. 175. — Hanap gaulois en terre cuite.



Fig. 174. — Vases gaulois.

Fig. 176. — Bouteille gauloise en terre cuite.

poteries communes. Elles sont composées de la même pâte qui sert à confectionner aujourd'hui la vaisselle à l'usage du peuple. Les terres argileuses à peine purifiées par un la-



Fig. 177. — Vase gaulois



Fig. 178. — Vase gaulois.

vage, servaient à les fabriquer, et aucune couverte, émaillée ou non, ne recouvrait cette pâte grossière. Elles ressemblent entièrement, en un mot, aux poteries grecques et romaines au sujet desquelles nous avons donné les renseignements nécessaires au point de vue chimique.

Les poteries gauloises sont toujours grossières dans leur pâte; leur texture est lâche, leur surface souvent raboteuse : elles ont été à peine cuites. Des pièces entières d'objets aussi fragiles doivent être fort rares; on les trouve le plus souvent dans des tombes avec des restes de squelettes. Leur forme est, en général, simple, comme on l'a vu. Quelques-unes portent des ornements gravés en creux, peu réguliers; d'autres présentent des ornements et même des caractères d'écriture qui, par leur netteté et par leur exacte répétition, semblent avoir été appliqués avec des moules. Ces vases ont été fabriqués au tour; ils en portent l'empreinte évidente. On y reconnaît la ligne en spirale des mains du tourneur; le pied porte, de la manière la plus distincte, l'empreinte de l'instrument coupant que le tourneur appelle *scie*, et qui sert à détacher le vase du tour.

Dans l'article du *Dictionnaire technologique* que nous avons déjà cité, Brongniart fait remarquer que la fabrication des vases gaulois a une curieuse ressemblance avec celle des anciens peuples de l'Amérique méridionale. Cette ressemblance, toutefois, n'existe, ajoute Brongniart, que sous le rapport de la pâte, de la texture, de la couleur, et même de la position des vases, puisqu'on les trouve les uns et les autres dans les tombeaux. Quant au façonnage, il n'y a plus d'analogie, dit Brongniart. On ne voit, en effet, sur les pièces américaines, aucun indice qu'elles aient été faites sur le tour à potier, et par conséquent que ces peuples aient connu cet instrument si simple, employé de temps immémorial chez les peuples de l'ancien continent.

Nous ferons remarquer cependant que, depuis l'époque où Brongniart écrivait on a

découvert des poteries mexicaines et péruviennes qui ont été évidemment obtenues par le moyen du tour. La ressemblance que Brongniart signale entre la poterie gauloise et les anciennes poteries de l'Amérique, est donc plus complète encore qu'il ne le pensait lui-même.

Des poteries gauloises ou gallo-romaines, nous passons aux ouvrages céramiques des anciens habitants de la Germanie.

C'est principalement dans les *tumuli* que l'on trouve les poteries germaines, peu variées de couleur, mais très-différentes de formes. Quoique ces formes soient liées par un système commun et original, quelques-unes se rapprochent du style simple et pur de l'ancienne Grèce. D'autres se rapprochent un peu du système oriental, mais en conservant toujours, comme les poteries gauloises proprement dites, un caractère propre.

M. Klemm, conservateur du Musée de Dresde, a établi parmi les poteries des Germains, si variées et si nombreuses, une classification qui a été généralement adoptée par les céramistes. Il a suivi le système de classification *par les formes*, en prenant les principales divisions dans la forme du corps du vase, et ses subdivisions dans la position du ventre, renflé tantôt dans la partie moyenne, tantôt dans la partie supérieure ou inférieure.

M. Klemm regarde la soucoupe comme la forme la plus simple, la forme primitive, d'où sont venus, par aplatissement, la coupe, l'assiette, le plateau, et par relèvement, la jatte et l'écuelle; puis par redressement, avec addition d'une anse, la tasse; avec un plus grand redressement, le bocal, qui, avec l'anse, a donné la cruche, et qui, enfin, avec l'adjonction d'un bec, est devenu le pot à l'eau ou à café.

Les tasses ovoïdes sans anse sont d'ordinaire très-grossièrement faites, à la main et sur le tour. Les tasses à anse sont semblables à ce que nous nommons *génieux*. Celles des tombeaux de l'Elster noir sont sans anse; celles des environs de Bautzen sont, les unes en argile de couleur rougeâtre, les autres en terre de couleur gris foncé.

M. Klemm considère comme une bouteille le vase que nous représentons ici



Fig. 179. — Bouteille germaine.

(fig. 179). Il est à rebords, comme les vases romains; mais, ce qui est une exception dans les vases germaniques, il a deux petites anses; la pâte en est friable. Il fut trouvé dans un tombeau, dans le bois d'Underweden, en Saxe.

L'urne — nous suivons la classification de l'antiquaire allemand — est un vase ventru, à large ouverture, et devenu, par le rétrécissement et l'allongement de cette ouverture, la bouteille, forme très-rare dans les vases germains. Le nom d'urne s'applique particulièrement à ceux de ces vases qui, trouvés dans les *tumuli*, contiennent ordinairement la cendre ou les ossements brisés du corps qui avait été brûlé.

L'urne que nous représentons (fig. 180) n'est pas de cette catégorie. C'est un bocal à pâte fine, avec des ornements gravés assez profondément. Ce vase fut déterré dans la *colline des tombeaux*, dans la forêt de Wendelstein, en Thuringe.

En général, les vases de cette nature ne

sont pas enrichis d'ornements coloriés. Les anciens Germains n'avaient pas les moyens de fabriquer des couleurs que l'on pût appliquer solidement sur les poteries. Ils se bornaient à les orner de dessins en lignes disposées avec une très-ingénieuse variété.

Quant aux urnes cinéraires proprement



Fig. 180. — Urne germaine.

dites, on en a trouvé en nombre considérable, et on en trouve encore fort souvent dans plusieurs parties de l'Allemagne, surtout dans l'espace limité à l'ouest par le Weser, à l'est par l'Oder, et au sud par l'Erzgebirge (nord de la Bohême), dans la basse Saxe, la Thuringe, la haute Saxe, le Mecklembourg, la Lusace et la Silésie (1).

Le grand nombre de ces urnes et des autres poteries qui les accompagnent, a fait naître dans l'esprit des paysans allemands les superstitions les plus étranges. Ainsi on croyait — et l'on croit encore dans quelques villages — que ces vases sont le produit de la fabrication d'un peuple nain : aussi les appelle-t-on des *pots nains*. Les paysans de Dessau et de Torgau affirment encore aujourd'hui que cette fabrication souterraine continue, que la manufacture des mines ne chôme pas, car elle remplace les vieilles poteries par de nouvelles, au fur et à mesure qu'elles sont enlevées.

On sait que le monde souterrain a toujours troublé les cerveaux des Allemands. C'est chez eux qu'ont brillé de tout temps les éternelles légendes des gnômes et des nains, habitants mystérieux des mines et des cavernes. Ces mêmes superstitions subsistent encore chez ce peuple, qui se vante d'être si avancé dans la voie de la science et du progrès.

Dans la Lusace, les paysans croient que les vases anciens poussent comme des truffes. Ils se garderaient bien de les déterrer en hiver, parce qu'ils sont alors, disent-ils, de 5 à 6 mètres plus enfoncés sous le sol. Au mois de mai, ils commencent à croître ; ils s'élèvent, et indiquent, comme les truffes, leur présence par une sorte de tuméfaction du sol.

Dans le Wendenland hanovrien règne une superstition d'une autre nature. Là on considère ces vases comme les urnes funéraires des anciens Vandales. Les paysans cassent impitoyablement toutes les urnes qu'ils découvrent, convaincus que l'âme du Vandale dont elles renferment les cendres, viendrait inquieter celui qui emporterait ces antiques débris.

Ici le véritable Vandale, c'est l'inepte destructeur de ses antiquités nationales.

Des auteurs allemands disent que, dans quelques villages du Hanovre, ces vases sont appelés *pots à lait*. Nos absurdes rêveurs d'outre-Rhin s'imaginent que le lait qu'on place dans de vieux vases, produit de meilleure crème et de meilleur beurre. Ils croient également que si on met dans les urnes rondes l'eau que l'on donne à boire aux poulets, on les garantit de toute maladie!...

(1) On a remarqué que toutes les urnes cinéraires germaines ont été trouvées au nord du Danube. Là, on ne connaît point de poteries romaines ; tandis qu'au sud de ce fleuve, les poteries romaines sont en nombre considérable, et les poteries germaines fort rares, au contraire.



Fig. 181, 182 et 183. — Vases germains à compartiments.

Voilà les contes bleus de nos têtes carrées!...

Les vases funèbres qu'on a découverts en Allemagne ont donné lieu à quelques remarques intéressantes.

Nous avons indiqué la position des vases trouvés dans la campagne de Naples et dans l'île de Chélidromia. On trouve dans l'atlas du *Traité des Arts céramiques* de Brongniart, un dessin représentant une tombe de famille germaine renfermant des corps et des urnes cinéraires. La disposition des corps et des vases est la même que celle que nous avons signalée dans le chapitre V^e de cette Notice (pages 177 et 179). Cette tombe fut mise à jour dans la colline d'Unterwalden, près d'Oberfanenstadt.

Dans d'autres tombeaux on a trouvé des urnes cinéraires, accompagnées d'autres vases plus petits, qui avaient dû être disposés avec beaucoup de symétrie, mais dont quelques-uns ont été dérangés ou brisés par les éboulements que causent les animaux fouisseurs qui rôdent dans les campagnes.

Les vases ou autres objets que l'on trouve dans les tombeaux germains, sont, ou des urnes cinéraires, ou des objets qu'avaient affectionnés ceux qui dorment dans ces sépultures.

On trouve souvent des pots en terre cuite, percés de plusieurs trous et remplis de petites pierres, qui font entendre un certain bruit lorsqu'on les agite. C'étaient des espèces de hochets pour les enfants. Ils ont reçu le nom allemand de *Kinder-Klappern* (crécelles d'enfants). Cette explication est d'autant plus vraie que dans les mêmes tombeaux on a trouvé d'autres jouets. D'ailleurs, ces mêmes tombeaux renfermaient des squelettes d'enfants.

La coutume d'enterrer des enfants avec leurs jouets de prédilection s'est transmise, de génération en génération, des Germains aux Gaulois et à leurs descendants, et l'on pourrait citer un cimetière des environs de Paris où se voient plusieurs exemples de cette coutume touchante.

D'autres sépultures germaines sont formées de blocs irréguliers, de pierres accumulées et disposées en voûte. Beaucoup de ces tombes ne renferment pas de squelette. C'est que le corps a été préalablement brûlé, et que les os brisés, réunis à la cendre des parties molles, ont été placés dans les urnes qu'on trouve renfermées dans la tombe.

On a souvent trouvé, non dans les tombes mêmes, mais à leur entrée, des plats, des coupes, des espèces de jattes, ayant la même pâte, la même texture, le même système d'ornements. On croit que ces coupes et ces vases, qui ne renfermaient aucun vestige de cendres

ni d'os, avaient servi aux opérations du sacrifice qui accompagnait la cérémonie des funérailles, et avaient été déposés ensuite, par la piété des parents, à la proximité des tombes.

Pour en finir avec les urnes funéraires des Germains, nous ajouterons qu'au point où l'Elster noir se jette dans l'Elbe, on a découvert en deux ou trois ans, jusqu'à huit cents *tumuli*, dans lesquels on a trouvé, outre une multitude d'urnes, des coupes à sacrifices, et des vases de la forme appelée en Allemagne *kanne*, qui sont composés d'une terre cuite très-solide, et surtout un grand nombre de vases ronds ou ovales séparés par une ou deux divisions, en deux ou trois parties, et qu'on croit avoir servi à renfermer différents parfums.

Les figures 181, 182 et 183 représentent ces petits vases à compartiments. Plusieurs de ces petits vases étaient contenus dans de plus grands.

On a, du reste, observé la même particularité dans un cimetière romain, à Lincoln, en Angleterre.

Les poteries franques et allemandes datent du IIe au VIe siècle après Jésus-Christ. Elles sont d'une fabrication plus grossière même que celle des poteries scandinaves et germaines de la première époque. On n'y rencontre guère d'ornements. Aussi est-il assez difficile de les distinguer des contrefaçons qu'en font, à l'usage des amateurs, les potiers modernes de Nuremberg.

Puisque la céramique allemande nous a fait descendre chronologiquement de cinq ou six siècles, nous pouvons parler des poteries gauloises, qui sont d'une époque plus rapprochée de la nôtre.

Vers le IVe siècle, de nombreux potiers s'étaient établis dans les Gaules, à côté de fabricants nationaux qui avaient conservé dans leurs œuvres le caractère vraiment gaulois. La grande majorité de ces potiers produisait des vases de modèles gallo-romains et qui n'étaient que des imitations plus ou moins belles, plus ou moins grossières, des vases gallo-romains ou romains. Un grand nombre de ces poteries et figurines gauloises ont été trouvées dans le département de l'Allier. Ce sont des divinités, particulièrement des dieux lares, parmi lesquels la *Vénus Anadyomène*, dont on voit plusieurs exemplaires au Musée du Louvre.

M. Demmin possède une figurine appar-



Fig 184. — Figurine gauloise.

tenant à cette période de la fabrication gauloise. Elle fut trouvée en 1826 dans la *mare du Chêne penché* (forêt d'Évreux). C'est la statuette d'une femme à cheval, couverte d'une espèce de capuchon. La figure 184 représente cette ébauche de statuette.

Mais les potiers gaulois du IVe siècle après J.-C. avaient de nouveau fraternisé avec les potiers grecs, et leur originalité s'y était retrempée. Écoutons ce que dit, à ce sujet, M. Henri du Cleuziou, dans un langage un peu enthousiaste, un peu poétique, mais juste au fond.

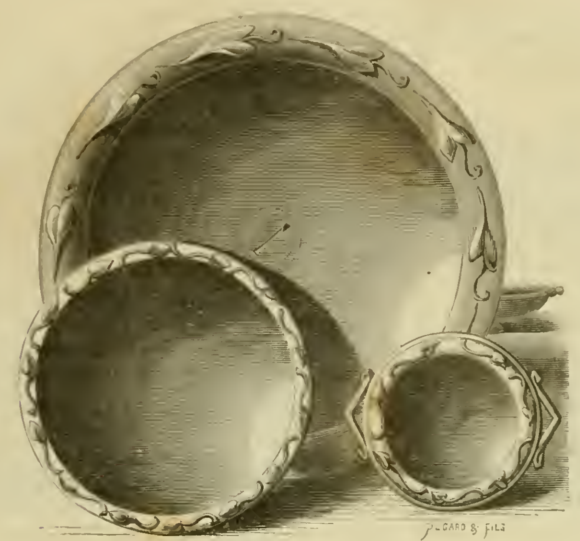


Fig 185. — Coupes gauloises.

« Le Grec seul pouvait fraterniser avec le Celte : les deux grands vaincus se reconnurent et se tendirent une main loyale. Aux écoles de Marseille, de Lyon, d'Autun, de Bordeaux, les lettres grecques, tant était barbare cette pauvre race si calomniée, devinrent bientôt florissantes.

« Le flambeau de la philosophie d'Athènes, comme dit Juvénal, éclaira l'univers. Le Breton lui-même reçut du Gaulois des leçons d'éloquence, et l'on parla jusqu'à Thulé d'y gager un rhéteur.

« La lumière d'Orient renaissait au milieu de l'obscurité latine. Elle éclata de nouveau, brillante, admirable, étonnante en Gaule. A Bourbon-Lancy (Saône-et-Loire), on élevait à un peintre grec une stèle funéraire.

« Les femmes écoutaient docilement les conseils de ces artistes au doux parler, et comme elles, comme autrefois pour les grandes druidesses, l'art s'infiltrait doucement dans nos mœurs simples et naïves (1).

« Quelles délicieuses coupes façonnaient alors les ouvriers de l'art de terre !

« A Dijon, ils tournèrent ces vases élégants, ornés de feuilles légères, munis d'anses délicates qu'ils savaient revêtir de cette introuvable *couverte*, de ce vernis métallique, de cet *émail* que l'auteur des rustiques figurines eut tant de peine à reconstituer au XVII[e] siècle.

« A Arles, ils inventèrent ces hanaps à fond vert agrémentés d'ornements en barbotine en forme de graines de pin, vernis de même sorte.

« A Orange, ils s'essayèrent à des marbrures d'une ingéniosité sans pareille. A Reims, dans les Ardennes, et jusque sur les bords du Rhin, ils revinrent aux procédés antiques, laissant de côté tout le système italien, et jetant avec l'*humour* et la fantaisie naturelle à leur caractère, leurs pointillés si gracieux, leurs guirlandes si délicates sur le rebord des vases ou sur la panse de leurs petites tasses.

« Le propre du soi-disant art romain était le moulage : la marque unique de l'art gaulois, c'est la liberté de l'ébauchoir et du pinceau (1). »

Nous donnons comme spécimens de cette dernière époque de l'art gaulois (fig. 185) des coupes de terre rouge de grandeurs différentes, avec ornements en relief et feuillages de plantes aquatiques sur le rebord. Le plus petit est muni d'anses très-élégantes.

Ces vases proviennent de Cologne et de Clermont et font partie de la collection de

(1) On a trouvé dans la villa de Saint-Médard-des-Prés, le tombeau d'une femme, peintre du III[e] siècle, à côté de laquelle on avait enseveli tous les instruments de son art.

(1) *De la poterie gauloise. Étude sur la collection Charvet*, in-8°, Paris, 1872, p. 203.

M. Charvet, que M. du Cleuziou a décrite dans l'ouvrage qui nous a fourni cette figure et la citation précédente.

Nous terminons là cette étude des potiers germains et gaulois. Mais notons, en passant, l'observation qui vient d'être faite à propos des potiers de Dijon, qui auraient trouvé l'art de revêtir d'émail leurs terres cuites, plusieurs siècles avant Bernard Palissy. C'est une question sur laquelle nous aurons à revenir bientôt.

CHAPITRE XIV

LA CÉRAMIQUE AU MOYEN AGE. — LE PAVAGE DES ÉGLISES. — LES DALLES ÉMAILLÉES. — HISTOIRE DE L'ÉMAIL. — LA FAIENCE. — SA DÉFINITION. — SA VÉRITABLE PATRIE. — PERPLEXITÉS DES ARCHÉOLOGUES. — LES PREMIÈRES TERRES CUITES STANNIFÈRES EN ALLEMAGNE. — L'ÉTAIN EMPLOYÉ EN ITALIE DANS LES POTERIES AVANT 1330. — LES TUILES ET LES VASES DE L'ALHAMBRA. — L'ILE DE MAJORQUE. — ORIGINE DES MAJOLIQUES OU FAIENCES.

Dans leur livre si remarquable, *le Moyen âge et la Renaissance*, MM. Paul Lacroix et Ferdinand Serré, avaient dit :

« L'histoire céramique du Moyen âge est encore couverte d'un voile qui, probablement, doit rester impénétrable. En effet, malgré les investigations incessantes des comités locaux, malgré la mise en lumière de chartes nombreuses, rien n'est venu résoudre les incertitudes de l'archéologie touchant les lieux où la fabrication de ces poteries a pris naissance. »

Au milieu de la sombre période du Moyen âge, alors que les sciences étaient comme voilées et les efforts artistiques à peu près suspendus, la céramique eut pourtant la rare fortune de ne pas disparaître complétement, et de montrer, de temps à autre, qu'elle n'attendait qu'une éclaircie pour prouver qu'elle avait droit à une place au soleil, lorsque viendrait à luire l'ère de la Renaissance des arts.

Malheureusement les tentatives faites au Moyen âge par les ouvriers en l'art de terre, étaient isolées, et le défaut de communications empêchait les progrès accomplis de se généraliser et de se répandre. De là les difficultés que les archéologues éprouvent à suivre le développement de la céramique au Moyen âge, difficultés qu'avouent si franchement MM. Paul Lacroix et Ferdinand Serré.

Les potiers de cette époque se contentaient de fabriquer les ouvrages destinés aux besoins de l'économie domestique ou aux travaux de l'industrie la plus commune. La lampe du campagnard, les ustensiles culinaires, les vases pour transporter ou pour conserver l'eau, l'huile et le vin, tout cela continuait à se fabriquer en terre cuite plus ou moins soignée, mais sans aucun caractère artistique.

Cependant le mouvement catholique va se dessiner. Voici l'architecture ogivale, avec ses réminiscences de l'art moresque ; voici



Fig. 186. — Carreau émaillé provenant du pavage d'une église, au Moyen âge.

les dalles historiées, qui vont décorer les parvis des temples. Au retour des croisades, l'ornementation européenne commence à s'enrichir de la reproduction des beautés de la nature. Bientôt des briques en terre rouge



Fig 187. — Tombeau du duc de Silésie, composé de terre cuite émaillée, construit en 1290

prennent la place de la pierre; leur surface est *couverte d'une couche d'argile blanche*, dans laquelle le potier intelligent incruste des *figures d'une terre de couleur foncée;* ou bien il prend une *couche de terre de couleur foncée*, dans laquelle *il exécute* des dessins capricieux, souvent en argile blanche. Tel est le carreau incrusté dont nous donnons ici l'image (fig. 186).

Ainsi, l'art commence à se manifester. On cite plusieurs exemples de cette ornementation : l'abbaye de Jumièges, celle de Voulton, près Provins, la Galerie des chasses de Saint-Louis à Fontainebleau, un château près de Quimperlé, l'église Saint-Étienne d'Agen, les monuments du Crotoy, etc., et d'autres spécimens de cette fabrication céramique en Angleterre.

Puisque nous venons de prononcer le mot d'émail, cette ornementation toute particulière au Moyen-âge, nous nous arrêterons un instant pour faire connaître l'histoire probable de cet art, considéré dans son origine et dans ses progrès essentiels.

Une découverte archéologique faite en Bretagne au mois de juin 1872 et des fouilles commencées depuis plusieurs années sur le mont Beuvray, et dirigées par M. Balliot, président de la *Société éduenne*, ont mis au jour une agglomération considérable de maisons qu'on croit être la cité de *Bibracte*, capitale des Éduens.

La découverte la plus intéressante faite dans cette localité, est celle d'un atelier d'émailleur. On peut s'initier, grâce à cette découverte, à tous les secrets de cet art, cultivé par nos ancêtres avec tant de succès.

L'histoire de l'émaillerie dans l'Antiquité, est assez obscure. On ignore si l'Asie ou l'Égypte fut son berceau. Les Grecs et les Romains, avant le siècle d'Auguste, ne paraissent pas l'avoir connue, car leurs historiens et leurs monuments sont complètement muets à ce sujet.

Cependant, au VIIIe siècle après Jésus-Christ, l'émaillerie était florissante à Constantinople. Au IXe siècle, des artistes de cette

ville, où l'émaillerie avait atteint, ainsi que l'art de la verrerie, un haut degré de perfection, furent attirés en Allemagne par les empereurs, et firent ainsi connaître cet art à l'Occident. Lorsque Suger voulut orner d'émaux l'église de Saint-Denis, il fit venir des émailleurs de la Lotharingie (Lorraine).

Au Moyen Age, les villes de Faenza et Castel-Durante, en Italie, étaient renommées pour leurs émaux. En France, l'école de Limoges produisit des chefs-d'œuvre dont les *Apôtres du Limosin*, conservés à Chartres, sont un des plus curieux spécimens.

Au XVIe siècle, Bernard Palissy, appliquant les émaux sur les poteries, éleva l'art à un haut degré de perfection.

On distingue trois sortes d'émaux :

1° Les émaux *incrustés* ou *cloisonnés;* 2° les émaux *translucides*, appliqués sur verre et ciselés ; 3° les émaux *peints*.

Pour obtenir l'émail *incrusté* ou *cloisonné*, on détermine d'abord le trait de l'objet à représenter, au moyen de petites cloisons d'or posant sur une feuille de métal; on remplit les interstices de matières colorées vitrifiables, sous forme de poudre, et l'on fait fondre ensuite ces poudres dans un four de potier modérément chauffé, de telle sorte que la poudre se vitrifie, sans altérer le métal. Dans la *champlevée*, l'artiste creuse et grave ensuite les intervalles laissés par les traits.

Les émaux trouvés en 1872 au mont Beuvray appartiennent au genre de la *champlevée*.

Les objets fabriqués sont presque exclusivement des têtes d'épingles ou des fibules, destinées à orner la chevelure des femmes, le costume ou les harnais des chefs. Les dessins qui les recouvrent sont très-simples; ils se composent surtout de lignes concentriques ou de lignes obliques, partant du centre de l'hémisphère pour se diriger en éventail vers la circonférence.

Dans les décombres de l'antique Bibracte, on a pu prendre, en quelque sorte sur le fait, le travail de l'émailleur. Des pièces ébauchées, brisées ou de rebut, montraient ici une fibule encore revêtue de la chemise d'argile réfractaire dont on recouvrait les arêtes du métal que le feu devait respecter; là, une tête de clou émaillée, avant le polissage, et présentant encore les bavures produites par une fusion irrégulière ; là encore, une tête d'épingle abandonnée parce que l'émail n'avait pas complétement adhéré au bronze ; ailleurs, le polissoir formée par une pierre de grès creusée de cavités hémisphériques, d'une capacité variable, et adaptée aux volumes des objets ; puis des tenailles, des pinces, un marteau, un creuset, etc.

Cette découverte prouve que l'art de la fabrication des émaux était connu de nos ancêtres les Gaulois, avant l'invasion romaine, puisque Bibracte était la capitale des Éduens. Des Gaulois, cet art s'était transmis à leurs successeurs dans les mêmes contrées, de sorte qu'au Moyen Age il était pratiqué en France d'une manière générale.

C'est au Moyen Age qu'apparaît la faïence; c'est donc le moment d'aborder l'étude de cette nouvelle espèce de poterie.

Et d'abord il faut en donner une définition exacte.

La faïence est une poterie à pâte opaque, coloriée ou blanchâtre, tendre, à texture lâche, à cassure terreuse, recouverte d'un émail opaque, stannifère.

L'industrie humaine avait fait un grand pas le jour où l'on découvrit qu'en soumettant l'argile à l'action du feu, on la durcit et on lui enlève l'inconvénient de se délayer dans l'eau. Mais les vases fabriqués avec l'argile cuite restaient poreux et absorbants. L'application d'une glaçure venant les recouvrir d'une couche vitreuse imperméable aux liquides, fut un progrès immense. A partir de ce moment on lustra, on vernit les

poteries, c'est-à-dire qu'on les revêtit d'un enduit qui rendait impossible l'action absorbante de la terre sur les liquides.

Mais c'est ici que commencent les perplexités de l'historien et de l'archéologue. Il est établi que le vernis de plomb est le premier dont on se soit servi pour rendre les poteries imperméables aux liquides. Mais l'oxyde d'étain seul donne un véritable émail. En quel pays, et à quelle époque a-t-on commencé à introduire dans la glaçure de l'oxyde d'étain? En d'autres termes, à quelle époque a-t-on, pour la première fois, produit de la faïence? Cette question divise les érudits et n'a pas encore été résolue d'une manière définitive.

C'est à Lucca della Robbia qu'on attribue l'invention de la faïence, ou poterie à enduit stannifère. Cette invention ne remonterait, d'après cette opinion, qu'à l'année 1425 ou 1430. Mais il est bien établi aujourd'hui que la connaissance de la faïence, ou du moins des poteries recouvertes d'un émail à base d'étain, est beaucoup plus ancienne et bien antérieure à Lucca della Robbia.

« On trouve au Louvre, dit M. Demmin, des verreries égyptiennes et grecques où l'émail stannifère est manifeste, et des poteries arabes et allemandes où cette glaçure a déjà été utilisée bien avant les della Robbia; sans parler de tous les émaux cloisonnés où le blanc peut aussi bien contenir de l'étain que du sulfate de chaux (1). »

L'auteur du *Guide de l'amateur de faïences et de porcelaines*, en faisant connaître le résultat de ses recherches sur les productions des anciens céramistes allemands, a beaucoup contribué à élucider la question qui nous occupe. Il a prouvé qu'il existe en Allemagne des terres cuites à émail stannifère, qui remontent au milieu du XIIe siècle.

Le Musée germanique de Nuremberg, par exemple, possède des carreaux de pavage à émail stannifère bleu et blanc, provenant d'une église de Rostock, et dont la fabrication date de 1150 à 1200 après J.-C. Au Musée des objets d'art saxons du Moyen Age, à Dresde, on voit plusieurs fragments de carreaux en terre cuite provenant du couvent de Zelle, qui remontent au XII[e] ou au XIII[e] siècle.

La brique émaillée représentant le Christ, et que nous reproduisons (fig. 188), d'après



Fig. 188. — Brique émaillée du XIII[e] siècle.

l'ouvrage que nous venons de citer, est d'une date antérieure encore.

Le couvent de Saint-Paul à Leipzig, dont la première construction fut achevée en 1207, avait une frise composée de grandes briques émaillées. Les sculptures en haut relief de cette frise représentaient des têtes de Christ, de saints et d'apôtres. Quand on démolit ce couvent, pour bâtir sur son emplacement l'université actuelle, plusieurs de ces briques furent brisées ou vendues. Deux furent acquises par le *Musée Japonais* et le *Musée d'objets d'art du Moyen Age*, de Leipzig. Une troisième fait partie de la collection de M. Demmin, et on n'en connait pas d'autres échantillons. C'est une brique

(1) *Guide de l'amateur de faïences et de porcelaines*, t. I[er].

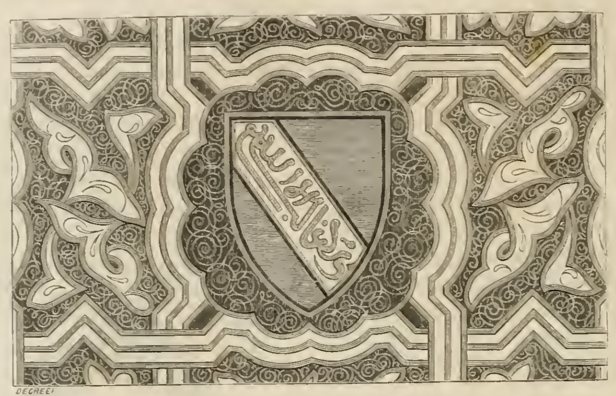


Fig. 189. — Brique émaillée de l'Alhambra.

cassée, de 35 centimètres de longueur sur 48 centimètres de largeur. Le sujet du modelage est, comme le représente la figure 188, une tête du Christ, telle que les artistes la concevaient au XIIIe siècle et tout à fait dans le caractère byzantin.

Ces briques, recouvertes d'*émail* en trois différentes nuances, sont, aussi bien que les carreaux de Rostock, d'une haute importance pour l'histoire de la céramique. Si elles sont authentiques (et nous n'avons pas le droit de mettre en doute leur authenticité), elles prouvent que la faïence à émail stannifère était fabriquée dans le nord de l'Allemagne deux cents ans avant celle que Lucca della Robbia produisait à Florence!

La même preuve nous est fournie par une terre cuite à émail stannifère qui remonte à 1290, et qui appartient à la grande sculpture. C'est, comme le dit M. Demmin, une œuvre capitale dont l'ancienneté et les dimensions dépassent de beaucoup les ouvrages de poterie émaillée de tous les pays. Nous voulons parler du tombeau du duc Henri IV de Silésie.

La figure 187, page 233, représente ce remarquable monument de l'art céramique.

Le tombeau du duc de Silésie se trouve dans le presbytère de la *Kreuzkirche* (église de la Croix) bâtie par les ordres du duc de Breslau (Silésie), en 1280. Le monument fut érigé en 1290, après la mort de ce duc, qui est célèbre dans la poésie allemande, comme *minnesinger* (troubadour). Le sarcophage est entouré de vingt-une figures et d'autant de têtes d'anges en bas-relief. On voit la figure en pied et de grandeur naturelle du duc, couché, en cotte de maille, et recouvert du manteau d'hermine orné des aigles silésiennes. Il est coiffé du diadème ducal; sa main droite tient le sceptre-glaive, et sa main gauche l'écusson aux armes de sa maison, avec l'aigle silésienne, tandis qu'un autre écusson est orné de l'aigle polonaise. Les couleurs des *émaux* sont belles et vives. Le rouge et le vert sont d'une grande vigueur.

M. Salvétat, qui a contesté l'antériorité des terres cuites émaillées allemandes, se borne à dire, à propos de ce sarcophage :

« Je n'ai pas vu le travail; mais est-on bien certain que ce soit de la poterie émaillée et qu'il porte la même date que la mort du duc (1) ? »

(1) *Note sur les poteries allemandes*, ajoutée à la traduction de Marryat, tome II.



Fig. 190. — Vase de l'Alhambra.

M. Demmin répond péremptoirement aux doutes de M. Salvétat, qui reconnaît n'avoir pas vu ce travail, et qui, par conséquent, ne peut pas nier, en connaissance de cause, qu'il ne s'agisse ici d'un véritable émail. Quant à la question de savoir si, malgré la concordance du costume et du caractère avec afin du xiiie siècle, ce sarcophage n'aurait pas été exécuté un ou plusieurs siècles postérieurement à la mort du duc Henri IV, M. Demmin fait la remarque suivante, dont on ne peut méconnaître l'importance :

« Personne n'ignore aujourd'hui que les artistes du Moyen Age, et même souvent ceux des siècles suivants (comme par exemple ceux de toute l'école hollandaise du xviie siècle), ne tenaient aucun

compte de l'himatiologie. Les anachronismes les touchaient fort peu. Ils *copiaient* dans leurs œuvres les armes et les coutumes de *leur temps*, et tels qu'ils les voyaient passer tous les jours devant leurs fenêtres. Si un artiste du XV[e] siècle avait modelé ce monument, le duc serait représenté en costume du XV[e], et tout le reste aurait certes les caractères de l'exécution postérieure. »

Voici maintenant une autre preuve que, même au cœur de l'Italie, et bien avant Lucca della Robbia, l'émail stannifère était déjà connu. On lit dans la *Margarita preciosa*, ouvrage écrit en 1330, par l'alchimiste Pierre le Bon :

« Videbis cùm plumbum et *stannum* fuerunt calcinata et combusta, quod post hoc congruùm convertantur in vitrum. Sic faciunt qui vitrificant vasa figuli (1). »

Il résulte de cette citation que, dès 1330, les potiers français calcinaient le plomb et l'étain, pour vernir les vases de terre cuite. C'est bien là l'émail stannifère.

Nous arrivons maintenant aux célèbres fabriques de poteries de Malaga, en Espagne, que l'on doit considérer comme les premières où l'on ait fabriqué de la faïence.

En parlant des colonies romaines, nous avons dit que l'Espagne s'était rendue célèbre par la perfection de ses produits céramiques. Après la chute de l'empire d'Occident, l'art de fabriquer les poteries décoratives s'était presque entièrement perdu en Europe. L'invasion des Maures en Espagne fit revivre cette industrie. Les conquérants arabes introduisirent en Espagne la fabrication des tuiles de terre émaillées, semblables à celles qui ornaient les mosquées de Perse et d'Arabie.

L'exécution de ces tuiles émaillées (que les Espagnols nomment *azulejos*) alla en se perfectionnant. Nous donnons (fig. 189, page 236) un spécimen de ces tuiles. Elles présentent une surface unie, peinte et recouverte d'un émail bleu. On y voit des dessins très-finis en lustre d'or. L'écusson porte la devise des fondateurs musulmans du palais de Grenade : « *Il n'y a pas d'autre conquérant que Dieu.* » La date de la fabrication de cette pièce peut être placée vers l'an 1280. La netteté des contours et l'éclat des couleurs montrent combien était déjà perfectionnée, à cette époque, l'industrie céramique des Arabes.

On sera moins surpris de cet état avancé de l'art industriel chez les Arabes du Moyen Age, quand on saura qu'à cette époque les écoles de Cordoue et de Grenade avaient porté au degré le plus élevé les connaissances scientifiques. Pendant le Moyen Age, c'est chez les Arabes, et particulièrement chez les Arabes d'Espagne, c'est-à-dire chez les Maures, que s'était conservé et qu'avait continué de s'accroître, le flambeau des sciences, éteint ou languissant dans presque tout le reste de l'Europe.

Arrêtons-nous maintenant devant le monument le plus remarquable de l'industrie céramique hispano-mauresque. Nous voulons parler du *vase de l'Alhambra*, qui date de 1320, et qui sortit des mains des potiers de Malaga.

D'après le témoignage d'un voyageur natif de Tanger, Ibn Batoutah, qui écrivit en 1350, la fabrique de Malaga devait déjà jouir d'une grande renommée à cette époque, car cet auteur dit, textuellement, qu'on fabrique à Malaga « la belle poterie dorée que l'on exporte dans les parties du monde les plus éloignées. »

Voici ce que la tradition apprend sur le *vase de l'Alhambra* (fig. 190), le spécimen le plus précieux de l'art céramique au XIV[e] siècle.

Il fut trouvé dans ce palais, au XVI[e] siècle, plein de pièces d'or.

Vers 1764, on possédait, à l'Alhambra, deux vases semblables, ainsi que les morceaux d'un troisième. Ce fait est rapporté par le

(1) « Tu reconnaitras, lorsque le plomb et l'étain auront été calcinés et brûlés, qu'ils sont parfaitement convertis en verre. C'est ainsi qu'opèrent ceux qui *recouvrent d'un vernis vitreux* les vases de terre. »

docteur Écheverria, le premier auteur qui ait parlé des vases de l'Alhambra.

M. Davillier a traduit les curieux détails que donne le docteur Écheverria dans son livre intitulé : *Promenades dans Grenade.*

La forme de ce livre est celle d'un dialogue entre un étranger et un habitant de Grenade. Le premier explique à son hôte les merveilles de la cité. L'habitant de Grenade parle à l'étranger de la partie du palais de l'Alhambra où fut trouvé autrefois un trésor consistant en plusieurs vases de terre remplis d'or.

Citons maintenant la traduction de M. Davillier :

« *L'etranger.* Parlons de ces vases qui, me disiez-vous, contenaient un trésor. Où se trouvent-ils maintenant ?

L'habitant de Grenade. Aux Adarves, dans un petit jardin délicieux, qui fut mis en état et orné (au XVIe siècle) par le marquis de Mondejar, avec l'or provenant de ce trésor. Peut-être eut-il l'intention de perpétuer le souvenir de cette découverte en plaçant dans le jardin ces vases, qui sont des pièces très-remarquables. Rendons-nous à ce jardin et vous allez les voir. Entrons par cette porte et nous sortirons par l'autre.

L'étranger. Quel merveilleux jardin! quelle admirable mer! Mais voyons les vases... Quel malheur! comme ils sont endommagés! Et ce qu'il y a de plus regrettable, c'est que, laissés à l'abandon comme ils sont, ils se dégraderont chaque jour davantage.

Le Grenadin. Ils finiront même par être entièrement détruits. Déjà il ne reste plus que les deux que vous voyez et ces trois ou quatre morceaux du troisième. Chaque personne, en sortant d'ici, veut en emporter un souvenir, et c'est ainsi que les pauvres vases sont détruits petit à petit.

L'étranger. Mais sur ces deux-ci, parmi les belles arabesques dont leur magnifique émail est orné, j'aperçois des inscriptions.

Le Grenadin. Mais vous voyez que dans l'état de dégradation où sont ces vases, leur émail étant usé ou enlevé, il n'est plus guère possible de les lire : sur ce premier vase, on ne peut guère distinguer que le nom de Dieu, deux fois répété, aucun des deux ne porte une autre inscription entièrement lisible. Cela est bien certain, vous en êtes témoin; et si quelqu'un se flatte d'avoir une copie de ces inscriptions, c'est qu'elle aura été relevée, il y a soixante ou quatre-vingts ans, dans un temps, où, sans doute, elles étaient moins effacées et plus lisibles qu'aujourd'hui. »

Que sont devenus les autres vases de l'Alhambra ? Un auteur anglais, M. Ford, prétend que, vers 1620, le gouverneur Montilla s'en servait comme de vases à fleurs, et qu'une dame française en emporta un. Ce qui est certain, c'est que des trois vases dont il ient d'être parlé il n'en reste qu'un aujourd

Voici les dimensions exactes du vase de l'Alhambra, dont une copie a été faite d'après un dessin rapporté d'Espagne par M. Dauzats : hauteur $1^m,36$, circonférence $2^m,25$, plus grande longueur de l'anse $0^m,61$.

Un vase fait à Sèvres pour reproduire celui de l'Alhambra, et qui est de la grandeur du modèle, fut placé dans l'ancien palais du Corps législatif. Il en a été fait plus tard, à Sèvres, une seconde copie, mais décorée de différents tons. Cette dernière copie a été donnée au Musée de Rouen. Mais, comme le fait observer M. Salvétat, il est l'objet des critiques des gens de goût, qui regrettent qu'on ne se soit pas maintenu dans les données de l'art mauresque.

On a, dit-on, découvert récemment en Sicile des vases ayant la plus grande analogie de forme, d'exécution et de matière avec celui de l'Alhambra. Il n'y aurait là rien d'étonnant, si l'on se rappelle qu'Ibn Batoutah disait, dès 1350, qu'on exportait des vases de Malaga dans les contrées les plus éloignées.

Après la fabrique de Malaga, celle de Majorque, l'une des îles Baléares, était la plus célèbre au Moyen Age.

On sait que l'île de Majorque a donné son nom à la faïence, qui a été longtemps appelée *majolica*. Beaucoup d'amateurs se servent même encore de ce nom pour désigner les faïences. Il est impossible de révoquer en doute que le nom de majolique (*majolica*) ne vienne de *Majorica* en changeant une lettre, par *coquetterie de langage*, comme

le dit un auteur italien, Fabio Ferrari. Le Dante n'a-t-il pas écrit au XVe siècle :

Tra l'isola di Cipri e di *Majolica?*

Ce furent des ouvriers arabes ou espagnols qui importèrent dans les îles Baléares, et d'abord à Majorque, la fabrication de la faïence à émail stannifère. Cette fabrication y prit bientôt un grand développement. Son importance est attestée par des auteurs du XVe et du XVIe siècle. Ces auteurs parlent même de certains vases nommés *bacini*, dont la fabrication remonterait aux premières années du XIVe siècle.

Ce qui est certain, c'est que l'auteur du *Traité de commerce et de navigation*, écrit en 1442, parlant des différents objets qui se fabriquaient à Majorque et à Minorque, mentionne la faïence, qui trouvait alors un très-grand débit en Italie.

Scaliger, qui écrivait dans la première moitié du XVIe siècle, à l'époque où l'on commença à connaître en Europe la porcelaine de la Chine, dit :

« On admire l'art avec lequel cette belle porcelaine est imitée dans les îles Baléares, de telle sorte qu'il est difficile de distinguer les vraies des fausses. Les imitations des îles Baléares ne leur sont inférieures ni pour la forme ni pour l'éclat, elles les surpassent même pour l'élégance... »

Scaliger commet une erreur en comparant la faïence, poterie opaque et tendre, à la porcelaine, qui a pour caractère distinctif la dureté et la translucidité ; mais il ne ressort pas moins de ses expressions laudatives, que les faïences des îles Baléares devaient être très-estimées à l'époque où il écrivait.

L'hôtel de Cluny possède un plat à reflets métalliques rouges. Dans un double cercle qui circonscrit le fond et le bord de ce plat, se trouve une inscription en caractères illisibles, mais qui sont gothiques et arabes. Au centre, on voit les armes de la ville d'Yéna, située à quelques lieues de Palma, capitale de l'île de Majorque. C'est la ville d'Yéna qui était le principal centre de la fabrication de l'île de Majorque. D'autres fabriques existaient dans les îles Baléares, et principalement dans l'île d'Iviça.

Nous allons suivre, dans les chapitres suivants, les progrès considérables que fit en Italie, et dans d'autres contrées, la fabrication de la faïence, qui est originaire, comme on vient de le voir, de l'Espagne mauresque.

CHAPITRE XV

ORIGINE DU MOT FAIENCE : FAENZA, VILLE D'ITALIE, ET FAYENCE, BOURG FRANÇAIS. — LA FAIENCE FINE AU TEMPS DE HENRI II. — PROBLÈME PROPOSÉ AUX ARCHÉOLOGUES. — RENAISSANCE DE LA CÉRAMIQUE EN ITALIE. — LES *bacini*. — LUCCA DELLA ROBBIA ET SA FAMILLE. — GIROLAMO DELLA ROBBIA ET LE CHATEAU DE MADRID.

Nous avons donné l'explication du nom de *majolique* donné aux faïences. C'est une véritable bizarrerie que ce nom de *majolique*, qui provient du nom d'une des îles Baléares, ait surtout été employé en Italie, et que le mot *faïence*, qui est d'origine italienne, ait prévalu dans le reste de l'Europe.

Le mot de faïence est la traduction française du nom de *Faenza*, petite ville de la Romagne, où l'on fabriquait, à l'époque de la Renaissance, de nombreuses majoliques en poteries à vernis stannifère, qui se distinguaient par leur élégance et le brillant de leurs couleurs, et qui firent, les premières, connaître en France, ce nouveau produit céramique.

Ceci va nous donner l'occasion de relever, en passant, une erreur assez répandue. Près de Fréjus, dans le Var, il existe un bourg, *Fayence*, où, d'après l'historien Mezerai, plusieurs fabriques de poterie émaillée ont été en activité dès l'année 1592. On a conclu de là que le mot *faïence* provenait du nom de ce bourg. Cependant, dit M. Demmin, personne ne connaît aujour-



Fig 191. — Retable en faience émaillée de Lucca della Robbia, qui existe au Musée du Louvre.

d'hui un seul type de ces faïences. D'ailleurs, un monopole accordé en 1555, sous le règne de Henri II, à deux potiers, d'établir une fabrique à Lyon, désigne les deux titulaires comme natifs de *Fayence*, *en Italie;* ce qui prouve bien qu'à cette époque c'était la ville de *Faenza* qu'on nommait *Fayence* en France, et que c'est de là que dérive le nom qui fut donne en France à cette branche de l'art céramique.

Maintenant, quant à cette affirmation de beaucoup d'amateurs, et des plus autorisés, qu'on ne connaît aucun type de la poterie du bourg de Fayence, *en France*, où cependant Mézerai affirme que plusieurs fabriques fonctionnaient en 1592, nous allons hasarder une supposition.

M. Brongniart s'exprime ainsi, en parlant de la *fayence fine du temps de Henri II:*

« La faïence fine présente dans son histoire une particularité peut-être unique et tout à fait remarquable.

« On connaît dans plusieurs collections de curiosités et chez quelques particuliers des pièces de faïence fine décorées dans le style de la Renaissance, mais peut-être avec plus de goût et d'élégance que beaucoup d'objets du même genre et de cette même époque.

« On connaît en France dans différents cabinets environ trente-sept pièces de cette belle faïence, ayant toutes plus ou moins les caractères que je viens de signaler ; *mais on n'a aucune connaissance ni de la manufacture où elle a été fabriquée, ni même du pays où pouvait être située cette fabrication, ni exactement de l'époque où elle a eu lieu.*

« On peut cependant arriver assez sûrement à cette dernière notion, d'abord par le style des formes et ornements qui se rapportent à celles du commencement du XVIe siècle, ensuite en remarquant sur quelques pièces moins parfaites que les autres, la salamandre et quelques insignes de François Ier ; puis sur un grand nombre de ces pièces — ce sont les plus belles — soit les armes de France et la devise de Henri II, soit même uniquement cette devise (les trois croissants entrelacés). On peut en conclure que ces pièces ont été fabriquées sous le règne de ces princes, et vers l'époque qu'on a indiquée plus haut (1). »

En présence de ce texte, nous nous demandons si ces faïences françaises dont on ne découvre pas l'origine, ne sortiraient pas de ces fabriques du bourg de *Fayence*, dont Mézerai atteste l'existence. C'est une explication que nous soumettons aux archéologues et aux céramistes.

Cette digression, à propos du mot *faïence*, nous a un peu éloigné de notre revue historique des progrès de l'art du potier de terre. Nous arrivons à la Renaissance italienne de la céramique, dont Lucca della Robbia fut le brillant et glorieux initiateur, autant par les perfectionnements qu'il apporta à l'émail stannifère, que par le cachet artistique qu'il sut donner à toutes les œuvres sorties de ses mains.

On a vu, par le court historique que nous avons donné de l'art de l'émaillerie, que l'émail était une matière depuis longtemps employée en Europe comme objet de décor. Vasari reconnaît que « depuis 1300, la mode s'était introduite en Italie d'orner les frontispices des églises avec des bassins en terre coloriée et très-bien *vernissée*, qui produisaient un très-bel effet en réunissant dans leurs concavités les rayons du soleil et les réfléchissant avec un grand charme. »

Vasari ne s'est pas servi du mot *émail*, de sorte qu'on ne sait pas si la terre des *bassins* (*bacini*) dont il parle, était vernissée (plombifère), ou émaillée (stannifère). Aussi, malgré les *bacini* de 1300 dont il nous parle, Vasari attribue-t-il l'invention de la majolique (faïence à émail stannifère) à Lucca della Robbia, tandis que nous savons aujourd'hui que cet illustre artiste florentin ne fit qu'imiter les procédés qu'on appliquait longtemps avant lui, à Mayorque et à Faenza.

Lucca della Robbia était né en 1400. Il avait commencé par s'adonner à l'orfévrerie, ensuite sa vocation l'entraîna vers la sculpture. On admire encore ses bas-reliefs représentant des chœurs de musique, qui ornent la tribune de l'orgue de l'église Sainte-Marie des Fleurs, à Florence.

Vasari raconte que Lucca della Robbia, qui recevait beaucoup de commandes, chercha un procédé expéditif au moyen duquel il pût éviter les tâtonnements du ciseau, ou les opérations multiples de la fonte. Pour atteindre ce but, il imagina de faire cuire les modèles en terre de ses productions sculpturales, et de les recouvrir d'un enduit vitrifié, composé d'étain et de plomb.

On ne saurait donc accorder à Lucca della Robbia l'invention même des faïences. Il n'eut d'autre mérite que de faire usage d'un procédé déjà connu, et mis en pratique avant lui. Seulement il se distingua, dans cette branche de l'art, par des productions tout à fait hors ligne et marquées du sceau du génie.

L'œuvre la plus ancienne de ce genre attribuée à Lucca della Robbia, remonte, d'après Vasari, à 1438. C'est un bas-relief re-

(1) *Traité des arts céramiques*, t. II, p. 175.

présentant la Résurrection, qui est placé au-dessus de la porte de la sacristie de l'église Sainte-Marie des Fleurs, à Florence. Ce bas-relief est blanc sur fond bleu. Plus tard Lucca della Robbia se servit d'autres couleurs. Dans un bas-relief qui date de 1446, et qui représente l'Ascension, on voit du vert, du brun violacé et du jaune ; mais Lucca se servit toujours de préférence des couleurs blanche et bleue.

Les œuvres de Lucca sont fort rares, et n'existent guère qu'en Toscane. On attribue à ce sculpteur plusieurs *rétables* qui sont des mains de son neveu et d'autres parents, dont nous parlerons tout à l'heure. Mais ce qui peut être considéré comme authentique, c'est-à-dire comme exécuté par Lucca della Robbia lui-même, c'est le célèbre *rétable* qui fut placé dans l'église de San-Miniato, près de Florence, et qui a longtemps fait partie de la collection Sauvageot, collection qui se trouve aujourd'hui au Louvre.

Ce *rétable* (fig. 191, page 241) se compose de quatre parties et de deux pilastres ; le fond est d'un beau bleu céleste ; les figures sont blanches, les fruits, le calice, sont d'un jaune d'or, les guirlandes vertes. L'épaisseur de la faïence est de 4 centimètres.

M. Barbet de Jouy, qui a fait un travail spécial sur les divers artistes de la famille della Robbia, fait remarquer, avec raison, que Lucca se distingue de ses successeurs par le sage emploi des procédés de la peinture vitrifiable. Statuaire, il ne s'écarte pas des principes de son art. Il épargne les clairs et jette l'émail blanc sur les seuls accessoires. Une coloration modérée rehausse toujours les draperies ou les encadrements de ses suaves compositions. Les moulures sont en petit nombre, et s'il les entoure d'une couronne de feuillages ou de fleurs, celles-ci sont d'un doux relief et choisies parmi les plus simples, comme la rose d'églantier ou le lis.

Le style pur, souvent raphaëlesque, des ouvrages de Lucca n'est pas le seul caractère auquel on puisse les reconnaître ; ses procédés sont tout spéciaux, l'émail qu'il emploie est mince, délié, presque transparent, le bleu de ses fonds est calme et modéré.

C'est d'après ces indices qu'on peut attribuer à Lucca le rétable dont nous venons de parler, bien que quelques céramistes pensent qu'il est l'œuvre de Giovanni della Robbia.

Lucca mourut en 1481, après avoir porté son art à un degré de perfection qu'aucun de ses successeurs ne sut atteindre.

Il avait été aidé dans ses travaux par son neveu Andrea della Robbia, né en 1437. Celui-ci possédait tous les secrets de fabrication de son oncle ; mais il n'était pas doué du même génie créateur. Après la mort de Lucca, il se borna le plus souvent à faire des médaillons et des tableaux d'autel, qui ne manquent pas de mérite, mais qui ne rappellent que de loin les chefs-d'œuvre de Lucca.

Andrea della Robbia mourut en 1528, laissant quatre fils, qui continuèrent les traditions de la famille. Ils firent en commun la décoration de l'hôpital du Ceppo à Pistoie. Nous avons vu, à Pistoie, cette belle pièce de céramique peinte, qui surmonte la porte de l'hôpital, situé sur une place publique.

Plus tard, chacun des fils de Robbia produisit des œuvres particulières. Fra Ambrosio se fit dominicain, mais on connaît de lui un rétable dans le couvent de Saint-Esprit, à Sienne. Giovanni est l'auteur du maître-autel de l'église du couvent de Saint-Jérôme, à Florence, et de plusieurs rétables, dont on remarque les brillantes couleurs. Lucca, son troisième fils, alla s'établir à Rome, où le pape Léon X le chargea de l'exécution des carreaux pour le dallage des loges du Vatican. Enfin, le quatrième fils d'Andrea, Girolamo della Robbia, fut appelé en France, pour la décoration du *château de*

Madrid, dans le bois de Boulogne, château bâti par François Ier, et que l'on nomme le *château de Faïence*, à cause des belles décorations en terre émaillée qu'il renferme.

Un voyageur anglais qui visita le château



Fig. 192. — Lucca della Robbia.

de Madrid, en 1650, parle de ces peintures décoratives dans les termes suivants :

« Je suis sorti de la ville pour voir le palais nommé *Madrid* bâti par François Ier. Il est remarquable par son style d'architecture ; un grand nombre de terrasses et de galeries s'élèvent les unes audessus des autres jusqu'au toit ; les matériaux dont il est construit sont principalement des terres peintes comme les porcelaines de Chine dont les couleurs sont très-franches, mais fragiles. On y voit des statues et des bas-reliefs entiers dans ce même genre, des cheminées et des colonnes à l'intérieur comme à l'extérieur (1). »

Girolamo della Robbia, qui avait commencé à travailler à la décoration du château de Madrid, en 1525, avait excité la jalousie de Philibert Delorme. Notre célèbre architecte fit éprouver à l'artiste étranger une suite d'avanies, à la suite desquelles ce céramiste retourna dans sa patrie, en 1553. Lorsque Philibert Delorme eut été disgracié et remplacé, en 1559, par le Primatice, Girolamo della Robbia fut rappelé en France et au château de Madrid. Il en dirigea les travaux jusqu'à sa mort qui arriva en 1567.

Girolamo della Robbia était devenu, par la mort successive de tous les membres de sa famille, le seul possesseur des secrets artistiques de son oncle, de son père et de ses frères. Ils se perdirent avec lui.

Quant au château de Madrid et aux magnifiques décorations de Girolamo della Robbia, voici ce qu'il en advint. Le château fut vendu, en 1793, comme propriété nationale, puis démoli. Les terres cuites avaient été mises à part, elles furent achetées par un paveur.... qui en fit du ciment !... *Habent sua fata castella !*

(1) *Journal d'Evelyn*. Paris, 25 avril 1650.

CHAPITRE XVI

SUITE DE LA RENAISSANCE ITALIENNE. — LA FABRICATION DE PESARO. — LA DEMI-MAJOLIQUE. — L'*époque galante* DE LA CÉRAMIQUE : LES BUSTES, LES *ballate*, LES *coppe amatorie*. — UNE FAUSSE LÉGENDE : LES RAPHAELS CÉRAMISTES. — PERFECTION DE LA MAJOLIQUE DE PESARO.

Après avoir parlé de la famille della Robbia, nous devons nous arrêter un moment sur la fabrication de la faïence, dont Pesaro, ville de l'ancien duché d'Urbin, était le centre.

On a revendiqué à tort, pour la ville de Pesaro, le mérite de l'invention des majoliques. Un auteur italien, très-estimé, Passeri, prétend que des fabriques de poterie ont existé dans cette ville depuis les temps



Fig. 193. — Majolique italienne du XVIe siècle.

les plus reculés, mais qu'elles ne produisirent que de la poterie commune pendant les dernières années de l'empire romain, et ne se relevèrent que vers le XIIe siècle, époque à laquelle il devint d'usage, comme nous l'avons dit, d'orner les murs des églises de plats ou bassins colorés (*bacini*). Au XIII siècle, ajoute Passeri, on fabriquait à Pesaro une poterie couverte d'un émail opaque et coloré.

Depuis 1300, l'art décoratif fit de grands progrès sous les Malatesta, seigneurs de Pesaro. On employait dans les manufactures de cette ville, un émail plombifère, nommé *marzacotte*. Bientôt on s'aperçut que cet émail plombifère, qui était tendre, s'altérait à l'air, en donnant à la faïence les reflets métalliques qui caractérisent la *mezza majolica*, ou demi-majolique.

D'après Passeri, vers 1450, la terre, couverte d'un côté seulement d'une engobe blanche, recevait des dessins tracés au manganèse, et dont certaines parties étaient remplies de cette couleur blanche, que la cuisson rendait étincelante comme de l'or. C'est là la *demi-majolique* dont nous venons de parler. Plus tard les mêmes couleurs furent appliquées sur un émail d'étain, ce qui constitua la *majolique fine*, et ce que l'on a longtemps, par erreur, nommé la *porcelaine de Pesaro*.

Nous donnerons comme spécimen des beaux produits de l'art italien une majolique (fig. 193) *David et Bethsabée*, qui appartient à la riche collection de M. Marryat, et qui est dessinée dans la traduction de son remarquable ouvrage sur les *Poteries* (1).

(1) *Histoire des poteries, faïences et porcelaines*, par M. J. Marryat, traduit de l'anglais par le comte d'Armaillé et Salvétat, 2 vol. in-8°, Paris, 1866.

Nous donnerons également (fig. 194) un échantillon de la *demi-majolique*, dont les dessins formaient ordinairement une espèce d'ornementation mauresque, ou des armes de famille. Les pièces les plus riches sont décorées d'effigies de saints, de têtes de déesses tirées de la mythologie, de portraits des princes contemporains, etc. Des inscriptions expliquent ou commentent les sujets.



Fig. 194. — Plat en demi-majolique italienne.

Ce n'était pas par le libre échange qu'on procédait, à Pesaro et dans le duché d'Urbin, au développement de l'industrie. Le 1er avril 1486, un décret fut rendu par Jean Sforza d'Aragon, comte de Pesaro, pour défendre l'introduction des poteries étrangères dans la ville et dans le comté. Mais à côté de ces restrictions, nous voyons aussi, comme corollaires, les encouragements que les princes donnaient à la céramique. C'était alors l'*époque galante* de la céramique. Pesaro produisait des bustes de femmes avec un nom et la simple épithète de *bella*, que les amants offraient à l'objet de leurs ardeurs. Un amant plus discret faisait inscrire une légende allégorique : *Chi semina virtu fama recoglie* (qui sème la vertu récolte la réputation). D'autres faisaient écrire modestement sur leurs vases émaillés offerts en présent, *s'el donno è picolo e di poco valore, basta la fede, el povero se vedo* (si le don est petit et de peu de valeur, il y a l'intention et la pauvreté disparaît).

En 1509, le duc d'Urbin, Guidobaldo II, accordait un brevet de propriété à Jacques Lanfranio, de Pesaro, pour l'application de l'or sur la faïence italienne. Il est présumable, dit M. Brongniart, que ce brevet s'appliquait au lustre mince et d'un jaune doré, qui enrichit de son éclat métallique les couleurs brillantes qu'il sert à recouvrir. Il est également probable que c'est par l'application de ce vernis sur un fond rouge ou jaune, que Maestro Giorgio (Georges Andreoli) donnait à ses ornements en 1511, et par conséquent après la découverte de Lanfranc, un éclat de rubis ou d'or dont le secret fut perdu depuis.

Pendant longtemps les pièces, les vases, les figurines fabriquées à Pesaro furent fort *galantes*. On cite par exemple le vase de Torenzio, fabriqué en 1550. (Ce Torenzio était fils d'un autre illustre potier de Pesaro.) Au centre de ce plat est une cavité profonde, presque hémisphérique et aplatie seulement assez pour obtenir la station. Autour de cette cavité s'étend un large bord, très-orné, où les instruments, la musique écrite, et des vers invitent au plaisir de la danse.

Ces coupes portaient le nom de *ballate*. Les jeunes gens les remplissaient de dragées, et les offraient, dans les bals, à leurs danseuses. Lorsque la cavité se trouvait vide, on y découvrait ou un amour ou un autre emblème. De là le nom de *coppe amatorie* (coupes d'amour) qu'on donnait également à ces pièces.

Et ici nous aurons à rectifier une légende historique. On prétend que le grand peintre Raphaël, l'immortel Raphaël d'Urbin, s'est lui-même occupé de l'art du potier. L'erreur

est grande. Il est vrai que le style de Raphaël eut une grande influence sur les peintures qui ornaient les faïences; il est vrai que le duc Guidobaldo donnait à exécuter aux peintres des fabriques qu'il avait établies à Pesaro, des dessins de Raphaël et de ses élèves, mais il faut savoir que parmi les peintres de faïence de Pesaro, se trouvaient deux artistes qui portaient le nom de Raphaël. C'étaient Raphaël Ciarla et Raphaël del Colle. Voilà ce qui a fait attribuer faussement au grand peintre d'Urbin les belles poteries signées Raphaël.

La faïence de Pesaro acquit promptement une renommée universelle. L'usage des présents entre souverains s'était conservé depuis que Haroun-al Ralchild, le grand calife musulman, avait envoyé à Charlemagne une belle horloge à sonnerie. Le duc Guidobaldo faisait exécuter à Pesaro de magnifiques services de faïence, qu'il donnait en présent aux souverains et aux princes éminents de l'Europe. Tel est le service de table qu'il fit composer pour l'empereur Charles-Quint, dont les ornements étaient dus aux frères Flaminio, à Orazzio Fontana, à Taddeo Zuccaro et à Batista Franco. En 1478, le pape Sixte IV remerciait Constance Sforza (1) à l'occasion de *vases de terre* très-élégamment travaillés, qu'il avait reçus du comte, et qui « en considération des donateurs, étaient plus estimés que s'ils étaient d'or ou d'argent. » Dans une autre lettre Laurent le Magnifique remercie en ces termes Robert Malatesta; « Les vases me plaisent par leur perfection et leur rareté, car ils sont entièrement nouveaux dans ce pays, et je les estime plus que s'ils étaient en argent, les armes du donateur me rappelant sans cesse leur origine. »

Passeri loue beaucoup les pièces à relief que les artistes de Pesaro fabriquèrent de 1450 à 1500. C'étaient des *fruttiere*, petits plats destinés à contenir des fruits. Leurs bords étaient ornés de fruits en relief, d'un jaune métallique, se détachant sur un fond blanc, et sur lequel jouaient quelques parties rouge-rubis. Le milieu de ces plats était décoré de reliefs représentant des armes héraldiques.

L'introduction de la véritable majolique à Pesaro, celle qui, par erreur, comme nous l'avons dit, fut nommée *porcelaine de Pesaro*, date de 1500.

Pendant plus d'un demi-siècle, l'art céramique continua de faire dans cette ville des progrès remarquables. Cependant les artistes de Pesaro lui furent enlevés par des villes rivales; de sorte que l'on fabriqua bientôt des majoliques à Urbin, à Rimini, à Pise, à Naples, à Venise, etc.

Nous en resterons là pour les monuments de la renaissance italienne dans l'art de la céramique.

L'influence de Lucca della Robbia et des artistes de sa famille s'était fait sentir, non-seulement dans la péninsule italienne, mais dans toute l'Europe. Les *majoliques* étaient recherchées partout. Les souverains, les princes, les seigneurs, se les disputaient à prix d'or. Les terres cuites italiennes tenaient une large place dans les inventaires des châteaux, et figuraient dans les testaments, à côté des titres de propriété et des sommes en numéraire. Il est facile, du reste, de se rendre compte de cette vogue et de cette admiration. Les peintres sur faïence s'inspiraient des plus beaux modèles des artistes de leur temps; leurs vases reproduisaient des scènes empruntées aux œuvres gravées de Michel-Ange, et aux Loges de Raphaël.

(1) Les princes Sforza avaient acheté de la famille Malatesta la seigneurie de Pesaro.

CHAPITRE XVII

RENAISSANCE FRANÇAISE. — LES PRODUCTIONS CÉRAMIQUES EN FRANCE AVANT BERNARD PALISSY. — BIOGRAPHIE DE BERNARD PALISSY. — SES ÉTUDES. — SES VOYAGES. — SA VOCATION COMME POTIER. — SES RECHERCHES POUR TROUVER LA COMPOSITION DE L'ÉMAIL. — SES PREMIERS SUCCÈS. — LA FAIENCE DE PALISSY. — CARACTÈRES DE CETTE FAIENCE.

Lorsqu'on parle de la Renaissance française au point de vue de la céramique, le premier nom qui se présente à l'esprit est celui de Bernard Palissy, et pourtant on avait produit en France de magnifiques œuvres de l'art céramique avant les faïences de l'illustre potier de Saintes.

Dans l'inventaire de Charles VI, dressé en 1399, on trouve un godet de terre de Beauvais garni d'argent. Il fallait que ce godet eût une certaine valeur artistique pour qu'on l'eût orné d'une garniture d'argent.

Rabelais, dans *Pantagruel*, parle des poteries de Beauvais, qui étaient fort admirées de son temps, puisqu'on les jugeait dignes d'être données en présent aux rois de France.

A Troyes, en Champagne, on fabriquait déjà, en 1225, des terres cuites revêtues d'un vernis plombifère. A Paris on produisait de 1200 à 1300, des terres cuites sans vernis ni couverte, mais le vernis plombifère apparaissait sur ces terres cuites de l'an 1300 à l'an 1500.

M. Forgeais, dans un ouvrage intitulé : *Collection des plombs historiés trouvés dans la Seine*, parle de poteries trouvées dans le lit de ce fleuve, et dont la fabrication remonte au XIII[e] siècle. Elles sont en terre cuite jaunâtre, faites sur le tour, et ornées de quelques traits ou raies rouges ferrugineux qui vont de haut en bas. Seulement elles sont dépourvues de vernis. Nous donnons ici (fig. 195) le dessin d'un spécimen de ce genre de poteries qui fait partie de la collection de M. Demmin.

Parmi les poteries artistiques françaises antérieures à celles de Palissy, nous citerons celles d'Avignon, de Rouen et d'Oiron, petite localité dans les environs de Thouars.

Quelques archéologues prétendent que



Fig. 195. — Poterie parisienne du XIII[e] siècle. (collection de M. Demmin).

c'est à Oiron qu'ont été fabriquées les poteries fines dites de *Henri II*, dont nous avons parlé plus haut, et que les amateurs désignent sous le nom de *phénix*, ou de *sphinx de la curiosité*.

Citons enfin, comme spécimens ayant précédé les faïences de Bernard Palissy, les beaux émaux qui ornent les parois de l'église Saint-Pierre à Chartres, et qui décoraient jadis la chapelle du château d'Anet. Ils sont dus à Léonard Limousin, né à Limoges en 1480, et qui travailla dans cette ville pendant tout le règne de François I[er]. Ces émaux portent la date de 1547, et représentent les douze apôtres, avec leurs emblèmes caractéristiques. On y voit aussi le chiffre et la salamandre de François I[er].

Sans pousser plus loin cette énumération, nous arrivons au célèbre potier de Saintes, qui créa en France l'art de la faïencerie, alors à peu près ignoré dans notre pays et qui depuis assez longtemps s'était perdu ou avait été abandonné en Italie.

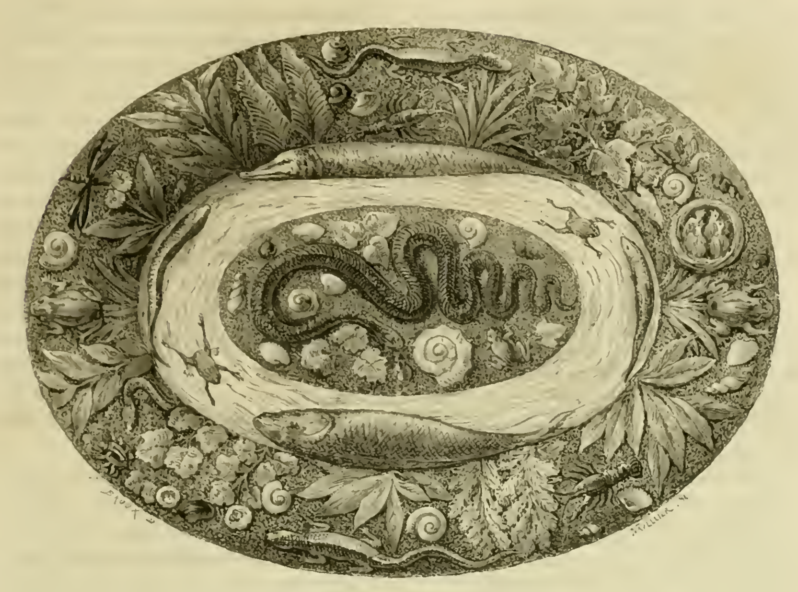


Fig. 196. — Grand plat ovale, de Bernard Palissy, faisant partie de la collection Sauvageot, au Musée du Louvre.

Bernard Palissy était né en 1510, à la Capelle-Biron, dans le diocèse d'Agen (Périgord) (1). Ses parents étaient de pauvres artisans. On se borna à lui apprendre à lire et à écrire, et, tout jeune, il dut entrer comme ouvrier dans une verrerie. Il faut ajouter seulement qu'à cette époque l'art du verrier ne se bornait pas à fabriquer le verre; il comprenait également la peinture sur vitraux pour l'ornement des églises.

Pour un esprit méditatif et curieux de s'instruire, comme l'était Palissy, il y avait là ample matière à des recherches intéressantes. Cependant, le jeune artisan comprit bientôt qu'il lui manquait l'instruction première. Aussi tous ses loisirs étaient-ils consacrés à apprendre la géométrie, le dessin, l'art de peindre et de modeler. En même temps il se livrait avec ardeur à la lecture des meilleurs auteurs, et il étudiait avec le plus grand soin les littératures sacrée et profane.

Quand il connut sa profession, il se mit à voyager. Il parcourut plusieurs parties de la France et de la Flandre, et poussa ses excursions jusqu'aux bords du Rhin. Pour subvenir à ses dépenses, il faisait des peintures sur verre, dans les villes où il s'arrêtait. Il trouvait dans ces voyages l'occasion d'étudier l'histoire naturelle, la géologie et la chimie.

Dans ses courses à travers la France, Palissy observait beaucoup. Le grand livre de la nature lui révélait des secrets qu'il eût vainement cherchés ailleurs. C'est ainsi qu'il acquit des connaissances qui dépassaient de beaucoup celles de ses contemporains.

(1) Dans mon grand ouvrage intitulé : *Vies des savants illustres depuis l'antiquité jusqu'au* XIX*e siècle* (5 volumes, in-8° avec portraits, chez Hachette) j'ai donné (tome III, *Savants de la Renaissance*) une biographie très-complète de Bernard Palissy, où le naturaliste et le savant sont étudiés d'une manière approfondie. On trouvera ici le côté artistique de ce personnage célèbre.

En 1539, Palissy, estimant qu'il avait assez voyagé pour son instruction, revint s'établir à Saintes. Il s'y maria, et y vécut pendant quelque temps du produit de ses ouvrages de verrier et de quelques travaux d'arpentage.

Il se sentit tout à coup la vocation d'artiste potier. Voici comment il raconte lui-même cet incident, qui eut une influence décisive sur le reste de sa vie.

« Il me fut monstré une coupe de terre tournée et émaillée d'une telle beauté que des lors j'entray en dispute avec ma propre pensée, en me rémémorant plusieurs propos qu'aucuns m'avoient tenus en se mocquant de moy lorsque je peindois les images. Or, voyant que la vitrerie n'avoit pas grande requeste, je vins à penser que si j'avois trouvé l'invention de faire des esmaux je pourrois faire des vaisseaux de terre et autre chose de belle ordonnance, parce que Dieu m'avoit donné d'entendre quelque chose de la pourtraiture; et des lors sans avoir esgard que je n'avois nulle connaissance des terres argileuses, je me mis à chercher les esmaux, comme un homme qui taste en tenebres (1). »

On s'est préoccupé de savoir quelle était la coupe de faïence émaillée qui avait mis Palissy en *dispute avec sa pensée*. Voici ce que nous trouvons à ce sujet dans le *Traité des arts céramiques* de Brongniart :

« On croit généralement que cette coupe était une pièce de la belle faïence d'Italie faite en Toscane, et répandue dans toute l'Europe sous le nom de *Majolica*. M. Riocreux, conservateur du Musée céramique de Sèvres, pense, d'après les couleurs tranchées des émaux d'Allemagne, l'absence de peintures nuancées sur ces émaux, la présence fréquente de figures et d'ornements en relief colorés, caractère qu'on retrouve en général sur les faïences de Palissy, que la coupe qui fut admirée par cet homme, qui n'était pas encore potier, appartenait plutôt à la fabrication allemande du commencement du XVIe siècle, qu'à la fabrication italienne. L'examen que j'ai fait de nouveau des pièces de comparaison qui se trouvent dans le Musée de Sèvres, me porte à admettre cette opinion. »

(1) *De l'art de terre, de son utilité, des esmaux et du feu*, petit traité qui fait partie du *Discours admirable de la nature des eaux et fontaines, tant naturelles qu'artificielles*. In-12, Paris, 1585, page 274.

Pour un homme énergique comme Palissy, la détermination qu'il avait prise de chercher à composer des émaux pour décorer les faïences était irrévocable. Pendant son séjour à Saintes, il avait peint quelques vitraux monochromes et en grisailles. Il abandonna subitement et complétement ce genre de travaux, pour se vouer à la recherche de la composition de l'émail. Il espérait trouver dans ce travail le moyen de faire vivre sa femme et ses enfants.

Pour l'artiste novice, c'était tout un art nouveau à étudier. Il ne savait même pas de quelles substances les émaux étaient composés. Il se mit donc à broyer des matières, à construire des fourneaux, à cuire des tessons de poterie. Mais ces essais ne lui donnèrent aucun résultat utile.

Il ne fut pas plus heureux dans les tentatives qu'il fit pour cuire ses essais dans les fours des potiers de la Chapelle-des-Ports. Il eut même alors un moment de défaillance, et il fut forcé de renoncer pour quelque temps à la recherche du secret des émaux.

En 1543, les gabelles venaient d'être établies en Saintonge, et les commissaires chargèrent Palissy « de figurer dans les isles et pays circonvoisins tous les Marez salans dudit pays. » Ce travail de géomètre arpenteur lui ayant fait gagner quelque argent, il reprit ses recherches avec une ardeur nouvelle. Il fit cuire ses émaux dans le four d'un verrier, et il crut un moment avoir atteint le but qu'il poursuivait.

« Dieu voulut, dit-il, qu'ainsi que je commençois à perdre courage, il se trouva une desdites espreuves qui fut fondue dedans, quatre heures après avoir esté mise au fourneau, laquelle espreuve se trouva blanche et polie, de sorte qu'elle me causa une joye telle que je pensois estre devenu nouvelle créature (1). »

Ce commencement de succès engagea Palissy à construire pour lui-même un four semblable à celui des verriers. Comme ses

(1) *Art de terre* (*Discours admirable*), page 278.

ressources étaient épuisées, il dut bâtir ce four de ses propres mains, et ce ne fut qu'après s'y être repris à plusieurs fois qu'il put y réussir. Il lui fallut ensuite préparer les argiles et broyer les matières qui devaient produire l'émail blanc. Mais son émail était mal composé, car une cuisson de six jours et de six nuits ne suffit pas pour glacer les pièces.

Palissy était au désespoir; il se remit cependant à broyer de nouvel émail, sans laisser refroidir le four. Il brise les pièces mal réussies et prépare d'autres épreuves. Mais il reconnaît avec désespoir que sa provisoin de bois est épuisée.

Voici comment s'exprime le malheureux inventeur.

« Je fus constraint brusler les estapes (étais) qui soustenoyent les tailles de mon jardin, lesquelles estant bruslées, je fus contraint brusler les tables et planchers de la maison, afin de faire fondre la seconde composition. J'estois en une angoisse que je ne saurois dire ; car j'estois tout tari et desséché, à cause du labeur et de la chaleur du fourneau. Il y avoit plus d'un mois que ma chemise n'avoit seiché sur moy. Encores pour me consoler on se moquoit de moy, et mesme ceux qui me devoient secourir alloient crier par la ville que je faisois brusler le plancher, et par tel moyen l'on me faisoit perdre mon crédit, et m'estimoit-on être fol. Les autres disoient que je cherchois à faire de la fausse monnoye, qui estoit un mal qui me faisoit seicher sur les pieds; et m'en allois par les rues tout baissé, comme un homme honteux. J'etois endetté en plusieurs lieux, et avois ordinairement deux enfants aux nourrices, ne pouvant payer leur salaire. Personne ne me secouroit, mais au contraire ils se moquoient de moy, en disant : Il lui appartient bien de mourir de faim, parce qu'il délaisse son mestier (1). »

Palissy résolut de se faire aider par un ouvrier en poterie commune ; mais, au bout de six mois, il dut le congédier et lui donner une partie de ses habits pour le payer.

Il parvint, après les plus rudes labeurs, à reconstruire son fourneau. Il y mit alors ses vases émaillés et poussa le feu ; mais il n'était pas au bout de ses traverses.

(1) *Art de terre* (*Discours admirable*), page 280.

« Le mortier de quoy j'avois maçonné mon four estoit plein de cailloux, lesquels sentant la véhémence du feu (lorsque mes esmaux se commençaient à liquéfier) se crevèrent en plusieurs pièces, faisant plusieurs pets et tonnerres dans ledit four. Or ainsi que les esclats desdits cailloux sautoient contre ma besongne, l'esmail qui estoit déjà liquéfié et rendu en matière glueuse, print lesdits cailloux et se les attacha par toutes les parties de mes vaisseaux et médailles, qui sans cela se fussent trouvés beaux (1). »

Il découvrit cette nouvelle fournée en présence de ses créanciers. Ceux-ci, qui avaient espéré obtenir leur payement en marchandises, voulurent se faire livrer à vil prix les pièces peu endommagées.

« Mais, dit Palissy, parce que ce qui eust esté un descriement et rabaissement de mon honneur, je mis en pièces entièrement le total de ladite fournée et me couchay de mélancholie. Non sans cause, car je n'avois plus de moyen de subvenir à ma famille, je n'avois en ma maison que reproches ; au lieu de me consoler l'on me donnoit des malédictions (2). »

Il reprit cependant son travail. Cette fois les cendres s'attachèrent aux pièces recouvertes de vernis, et produisirent l'effet désastreux que les cailloux avaient produit dans la fournée précédente. C'est alors qu'il inventa les manchons, ou *cazettes*, qui le garantirent, par la suite, de pareils accidents.

Cependant ses fourneaux ne donnaient pas une chaleur uniforme dans toutes leurs parties; de sorte que les émaux, fusibles à différents degrés, ne se trouvaient jamais parfaits sur la même pièce.

Heureusement Palissy touchait au succès. Après avoir ainsi *battelé* l'espace de quinze ou seize ans, écrit-il, il parvint à faire quelques émaux qui lui procurèrent des ressources. Mais avant d'arriver au but désiré, il eut encore à supporter de si vifs chagrins qu'il « cuida entrer jusques à la porte du sépulchre. »

Enfin le résultat est atteint, le secret de la composition qu'il cherche depuis tant

(1) *Art de terre* (*Discours admirable*), page 281.
(2) *Ibidem*, page 285.

d'années, est trouvé. Les poteries émaillées, les *rustiques figulines*, comme les appela le potier de Saintes, vont donner à leur auteur la gloire et les richesses. Palissy a trouvé l'art d'émailler les faïences, art ignoré en

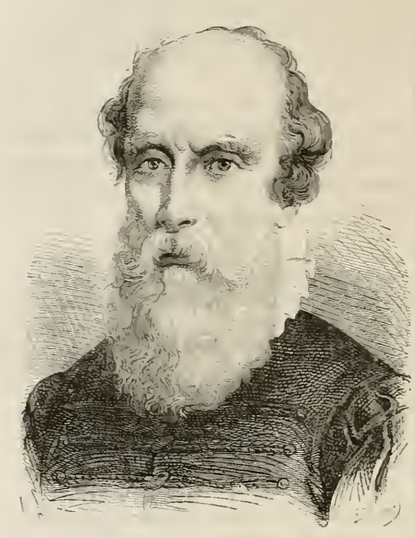


Fig. 197. — Bernard Palissy.

France, et il va appliquer son génie d'artiste à orner ces poteries des vives couleurs des émaux.

A partir de cette époque, les procédés techniques trouvés par le potier de la Saintonge avaient atteint le degré de perfection qui rend possible l'intervention de l'art.

Le *plat à reptiles* que nous avons représenté plus haut (*fig.* 196) est un véritable *Palissy*. Il appartient à la collection Sauvageot, qui fait aujourd'hui partie du Musée du Louvre.

Il faut se hâter de dire, en effet, qu'il existe beaucoup de *faux Palissy*. La manière de travailler du potier de Saintes a contribué à faciliter le trafic qui s'est fait sur ses productions. Pendant que les céramistes de Nuremberg modelaient à la main chacun de leurs ouvrages et les émaillaient avec l'oxyde d'étain, Palissy *moulait* les siens et les vernissait avec l'oxyde de plomb. Comme le fait remarquer M. Demmin, c'est à cause de cette facilité de moulage que les œuvres de Palissy se répètent et manquent de variété. Ses moules, vendus après sa mort servirent à de continuelles reproductions de ses œuvres.

M. Brongniart caractérise en ces termes les faïences de Palissy :

« Ces poteries, dit l'illustre céramiste, ont un style particulier et des qualités qui leur sont tout à fait propres. Les formes du nu sont en général assez pures. Il n'y a point ou presque point de peinture proprement dite, c'est-à-dire de peinture à plat, à couleurs nuancées; que ce soient des ornements, des représentations d'objets naturels ou même des sujets historiques, mythologiques et allégoriques, ce sont toujours des reliefs colorés (1). L'émail est dur et a beaucoup d'éclat; mais on y remarque souvent une multitude de petites tressaillures. Les couleurs sont généralement vives mais peu variées; elles se bornent au blanc jaunâtre. Palissy n'est jamais arrivé à la blancheur éclatante de Lucca della Robbia, et cependant c'est ce blanc qui a été l'objet de ses plus persévérantes recherches. Les pièces à fond blanc qu'il a faites sont rares. Il faisait un jaune assez pur, un jaune d'ocre, un beau bleu indigo et un bleu grisâtre On y voit encore le vert émeraude par le cuivre et un vert jaunâtre, le violet manganèse et un brun violâtre. »

Il paraît que Palissy faisait usage de deux émaux, l'un plus dur, l'autre plus transparent, plus jaunâtre et beaucoup plus tendre.

Les objets naturels qui sont placés sur ses pièces sont très-vrais de forme et de couleur, car, à l'exception des feuillages, *ils ont été moulés sur nature* (nous verrons

(1) Cependant Alexandre Lenoir, fondateur et conservateur du Musée des monuments français de 1791, dit qu'il y avait au château d'Écouen deux tableaux en faïence représentant des batailles. Ces tableaux de faïence donnés et exécutés par Bernard Palissy servaient, dit Lenoir, à paver la chapelle. Ce sont les seuls exemples cités de ce genre de peinture, et M. Brongniart s'étonne à juste titre que des tableaux de bataille aient pu servir à paver la chapelle, ce pavement était composé de petits carreaux enrichis d'ornements incrustés et couverts d'un émail assez dur.

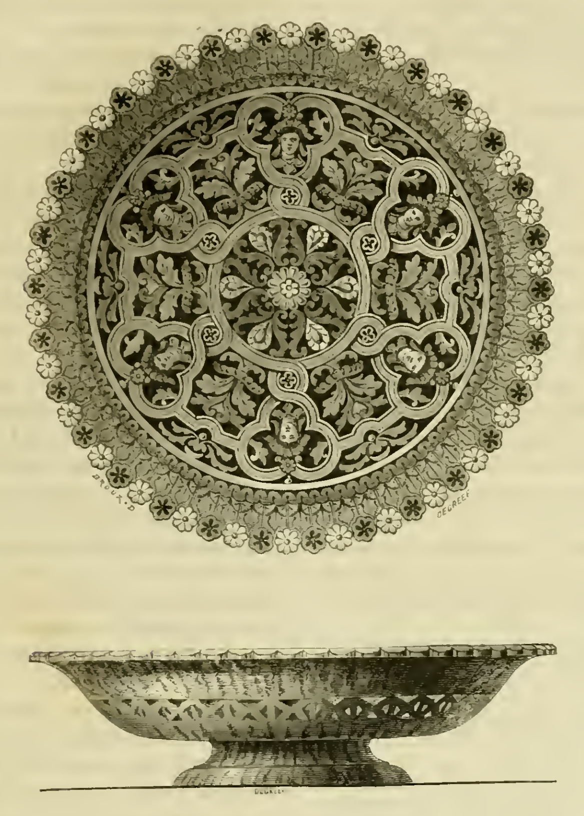


Fig. 198-199. — Corbeille à jour de Bernard Palissy, vue en plan et de profil.

d'ailleurs plus loin que Palissy était un savant naturaliste). Les coquilles dont il a orné ses différentes pièces, sont des coquilles tertiaires du bassin de Paris, très-probablement de Grignon et de ses environs. Les poissons sont ceux de la Seine, les reptiles et les plantes proviennent des environs de Paris. Il n'y a aucune production étrangère.

Les plats et les plateaux ornés d'objets en relief que fabriquait Bernard Palissy, et qu'on appelait *pièces rustiques* ou *rustiques figulines*, ne pouvaient être d'aucun usage. Elles étaient destinées à garnir ces grandes armoires ou buffets qu'on appelait *dressoirs*, et qui ornaient les salles à manger de cette époque.

Nous représentons ici, figures 198-199, un des plats découpés que Palissy avait dessinés pour les dressoirs et les surtouts de table. La forme des enroulements vermicellés est tout à fait heureuse, et fait valoir l'éclat de l'émail par la multiplicité des points brillants. Enfin on verra plus loin (page 256) un autre plat authentique de Palissy, provenant de la collection Sauva-

geot, et qui figure au musée du Louvre.

On sait que Sauvageot a donné au Musée du Louvre sa belle collection, évaluée un million de francs.

Nous n'essayerons pas d'énumérer toutes les œuvres céramiques de Bernard Palissy, ou du moins celles qu'on lui attribue. On en trouve de plus ou moins authentiques, dans tous les musées et dans toutes les collections.

En parlant des faux Palissy qui remplissent les musées publics et privés, M. Demmin, dans son *Guide de l'amateur*, signale des plats, des coupes attribués au grand potier, et qui représentent Henri IV au milieu de sa famille; d'autres où l'on voit des jardins dessinés par Lenôtre du temps de Louis XIV, d'autres enfin qui se rapportent à des événements arrivés soixante ou quatre-vingts ans après la mort de Palissy. On a beau indiquer de semblables anachronismes, les amateurs et les collectionneurs ne veulent pas avouer qu'ils ont été dupés.

CHAPITRE XVIII

SUITE DE LA BIOGRAPHIE DE PALISSY. — PERSÉCUTIONS RELIGIEUSES. — PROTECTION DE CATHERINE DE MÉDICIS. — SUCCÈS DE PALISSY A PARIS, NON-SEULEMENT COMME CÉRAMISTE, MAIS COMME SAVANT. — SON ÉGOÏSME AU POINT DE VUE DES SECRETS ARTISTIQUES AVOUÉ PAR LUI-MÊME. — NOUVELLES PERSÉCUTIONS LORSQU'IL A ATTEINT QUATRE-VINGTS ANS. — VISITE DE HENRI III A LA BASTILLE. — FIÈRE RÉPONSE DE PALISSY. — SA MORT. — SES PARENTS.

Revenons à la vie de Palissy. Dès que l'on eut vu, à la cour de Charles IX, quelques échantillons des *rustiques figulines* du potier de Saintes, Catherine de Médicis et quelques grands seigneurs lui vinrent en aide. La reine mère sut le protéger contre les persécutions religieuses dont il était menacé. Il avait, en effet, embrassé la religion réformée et il cherchait à la propager avec toute l'énergie de son caractère.

Ses protecteurs l'engagèrent à modérer son zèle. Malgré les luttes religieuses dont le Poitou et la Saintonge étaient le théâtre, ils obtinrent que son atelier fût déclaré pour lui lieu d'asile.

Cependant les persécutions contre les protestants s'étant encore envenimées, une bande armée pénétra un jour dans la maison de Palissy. Le malheureux artiste fut arrêté, mis en jugement, et sur le point d'être mis à mort comme hérétique.

C'est alors que toute l'influence de ses amis dut intervenir pour l'arracher à une mort certaine. Le connétable Anne de Montmorency obtint du roi l'ordre de le faire mettre en liberté. Catherine de Médicis lui avait décerné le titre d'*inventeur des rustiques figulines du Roy et de la Royne mère,* titre insignifiant en apparence, mais qui l'enlevait aux juridictions ordinaires. C'est ce qui lui permit de quitter Saintes, pour aller habiter la Rochelle, puis de venir se fixer à Paris.

Catherine de Médicis autorisa le vieux Bernard à établir son atelier dans l'emplacement actuel du jardin des Tuileries. La protection de la cour le sauva quand arrivèrent les journées et les nuits funestes de la Saint-Barthélemy.

Dans la notice biographique que nous avons consacrée à l'immortel potier de Saintes, dans notre ouvrage, *Vies des savants illustres*, nous avons prouvé que Bernard Palissy fut un savant de premier ordre. Il est auteur d'une vingtaine de dissertations sur différents sujets minéralogiques, géologiques, chimiques, etc. Il fit, le premier, des cours publics, auxquels venaient assister les hommes instruits de son temps. Il avait organisé un cabinet de géologie, le premier qu'on ait connu à Paris; tous les savants étrangers, de passage dans notre capitale,

allaient le visiter pour leur instruction (1).

Nous avons cependant à faire une restriction en ce qui concerne le caractère de Palissy, au point de vue de l'art. Il y avait chez lui une dose d'égoïsme qui le poussa à ne vouloir faire connaître à personne le secret de ses procédés. Cette réserve excessive fit qu'après sa mort, les potiers français durent se livrer à de nouveaux tâtonnements, pour retrouver la composition des émaux appliqués à la faïence. Et ce qui est étrange, Palissy se rendait parfaitement compte de ce que sa conduite avait de répréhensible, au point de vue artistique.

On croit qu'après avoir longuement raconté les tribulations qu'il a éprouvées avant d'arriver au résultat désiré, il va décrire, comme il semble le promettre à son interlocuteur *Théorique*, les procédés qu'il a suivis pour faire les émaux destinés à ses faïences. Il n'en est rien. Après avoir exposé, en principe, que les découvertes utiles à l'humanité *ne doivent jamais être célées*, qu'on ne saurait tenir cachés les secrets qui intéressent la médecine, l'agriculture, la navigation, etc., il soutient qu'il a, lui, le droit de céler ses *gentilles inventions*, parce qu'elles n'intéressent ni l'humanité ni le bien public. Il fait cependant espérer plus loin, à son ami *Théorique*, qu'il lui fera connaître ses procédés. Il feint de le satisfaire en lui disant que ses émaux sont faits d'étain, de plomb, de fer, d'acier, d'antimoine, de soufre, de cuivre, de cendre gravelée, de litharge, de pierre de Périgueux; mais ses révélations s'arrêtent là.

Théorique n'est pas dupe de cette énumération générale. Il demande à quelle dose il faut employer toutes les substances citées. Palissy refuse obstinément de répondre à cette question, et se borne à engager *Théorique* à travailler comme il l'a fait.

Théorique, au début de cet entretien, lui avait dit, qu'opposer un pareil refus à une demande aussi juste, *c'est n'avoir nulle charité*, et ajoute : « Si tu tiens ainsi ton secret caché, tu le porteras en fosse : nul ne s'en ressentira. *Ainsi ta fin sera maudite.* C'est abuser des dons de Dieu (1). »

Mais Palissy ne tient aucun compte des arguments qu'il a mis lui-même dans la bouche de son interlocuteur. Aussi lorsqu'il mourut, « emporta-t-il son secret dans la fosse, » comme il l'avait dit lui-même.

M. Brongniart fait à ce sujet les réflexions suivantes :

« Si Palissy eût fait connaître ses observations sur les argiles, les pierres, les terres, les sels et les eaux, sur la fabrication des poteries et des émaux; qu'il n'eût accompagné la description de ces faits d'aucune hypothèse, mais seulement de quelques déductions théoriques (eussent-elles été incomplètes et même fausses par défaut d'un nombre de faits suffisant); s'il eût rapporté avec des détails techniques la suite des tentatives faites pour avoir les beaux émaux qu'il est parvenu à mettre sur sa faïence; s'il nous eût fait connaître les difficultés qu'il a dû éprouver pour faire tenir sur une pâte exempte de chaux et très-fortement cuite de semblables émaux sans qu'ils écaillent, s'il eût décrit la composition de chacun de ses émaux, la forme de ses fours, etc., comme il eût alors fait autrement que ses contemporains, comme il eût devancé son siècle par cette sagesse et avancé l'art de la faïence! Par sa communication, Bernard Palissy eût été un grand homme et un homme utile. Mais, ainsi qu'il se l'est dit à lui-même par la bouche de Théorique : « *Il a porté son secret dans la fosse et nul ne s'en est ressenti.* » Cela est si vrai, que ce ne fut pas par lui que l'art de la faïence fut introduit en Italie, où il existait depuis près de cent ans ; ni en France, où il ne s'établit que dix ans au moins après sa mort ; car ce ne fut que vers 1600 que cet art fut pratiqué.

« Bernard Palissy est donc un homme très-remar-

(1) Lamartine a dit que les écrits de Bernard Palissy sont les vrais trésors de la sagesse humaine. On y trouve, dit ce grand écrivain, la piété divine, le génie, et tout à la fois une grande simplicité, la vigueur, la richesse du style. Il est impossible, après avoir lu les écrits de Bernard Palissy, de ne pas le considérer comme l'un des plus grands prosateurs français. Montaigne, dit Lamartine, n'est ni plus libre, ni plus coulant dans son style, et Jean-Jacques Rousseau est à peine plus éloquent. Bossuet ne l'a point surpassé en force d'imagination.

(1) *Art de terre* (*Discours admirable*), pages 265 et 271-272.

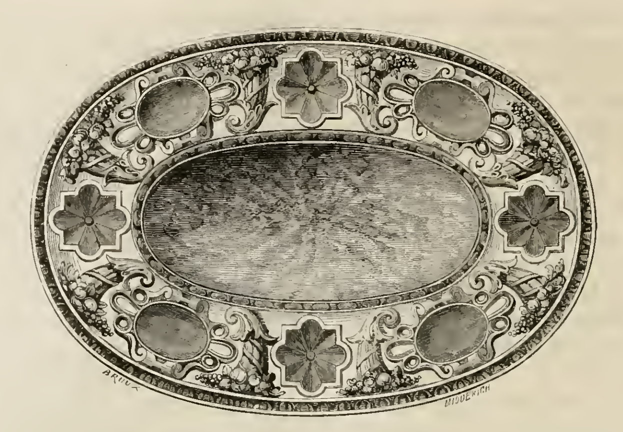


Fig. 200. — Plat ovale à récipients de Bernard Palissy, faisant partie de la collection Sauvageot, au Musée du Louvre.

quable par de hautes qualités toutes personnelles, par ses connaissances étendues, sa persévérance, son noble et courageux caractère. C'est un héros parmi les potiers ; mais l'héroïsme est une qualité individuelle qui, comme toutes celles de ce genre, sont peu utiles à l'humanité, parce qu'elles ne se transmettent pas » (1).

Bernard Palissy vécut une vingtaine d'années après la Saint-Barthélemy. En 1588, lorsqu'il était âgé de près de quatre-vingts ans, il fut arrêté, sous prétexte de religion, conduit à la Bastille et menacé de mort. C'était l'époque de la Ligue, et la faction des Seize, qui régnait dans Paris, imposait ses volontés au trop faible Henri III.

Le roi de France alla pourtant visiter Palissy dans sa prison. Il espérait le sauver, en le décidant à se convertir :

« Il y a quarante-cinq ans que vous êtes à mon service et à celui de la reine mère, lui dit le roi. Nous avons enduré que vous ayez vescu en votre religion parmi les feux et les massacres ; mais maintenant je suis tellement pressé par ceux de Guise et mon peuple, que j'ai dû vous faire mettre en prison, et que je suis forcé de vous livrer aux mains de vos ennemis. Vous serez brûlé demain si vous n'êtes pas converti.

— Sire, répondit Palissy, je suis prêt à donner ma vie pour la gloire de Dieu. Vous m'avez dit plusieurs fois que vous aviez pitié de moi, et moi, à mon tour, j'ai pitié de vous. Vous avez dit : *je suis forcé*. Ces paroles, ni vous, ni ceux qui vous forcent, les Guises et tout votre peuple, ne sauraient me les faire prononcer, *car je sais mourir.* »

Palissy ne fut pas abandonné à la fureur des Guises; il ne fut ni jugé, ni condamné. On le laissa mourir dans sa prison. Une captivité de plusieurs mois, jointe à son âge avancé, était une cause suffisante de mort. Ses persécuteurs échappèrent ainsi à l'odieux d'une sentence capitale contre le courageux religionnaire; mais l'histoire et la postérité n'oublieront pas cet inique couronnement d'une vie de gloire, de travaux et de vertus.

Bernard Palissy eut, pendant quelque temps, comme aides dans ses travaux, Mathieu et Nicolas Palissy. C'étaient ses deux frères ; d'autres disent ses fils. Ceci résulte d'une note qui figure dans le « *compte des dépenses*

(1) *Traité des arts céramiques* (2e édition), tome II, pages 64-65.



Fig. 201. — Faiences de Nevers.

faictes par maître Jean Verdun, clerc des œuvres du Roy, » qui a été découvert et publié de nos jours.

Nous avons vu que Palissy était trop jaloux de ses secrets pour les avoir confiés à ses frères ou à ses neveux. Il employait Mathieu et Bernard simplement comme aides, en se réservant le dosage des matières. Ce qui le prouve, c'est qu'on ne connaît aucune œuvre de ces deux parents de Palissy, soit pendant sa vie, soit après sa mort.

Palissy eut des imitateurs, mais ils n'atteignirent jamais le bon goût, le génie, qui présidaient aux compositions de ce maître illustre. De son temps même, et lorsqu'on ignorait encore ses travaux, on employait avec succès, dans quelques ateliers céramiques, le vernis d'étain et de plomb pour revêtir des faïences à reliefs. Il y eut même, de son temps, en diverses parties de la France, des tentatives heureuses pour la fabrication de faïences émaillées et peintes. Mais lorsqu'on compare les pièces émaillées provenant de ces fabricants à celles qui sont sorties des mains de Palissy, on remarque tout de suite que les émaux sont mal venus et posés avec sécheresse, tandis que ceux du vieux Bernard sont frappés au coin du génie artistique, et que sous le rapport de la fabrication ils sont d'une exécution parfaite.

Les figures 196 à 200, distribuées dans les pages précédentes de notre texte, et qui représentent des faïences authentiques de Bernard Palissy, reproduites d'après les originaux du Musée de Cluny et du Musée du Louvre, donneront une idée exacte des œuvres de l'immortel potier de la Saintonge.

Nous ne terminerons pas ce qui concerne Bernard Palissy sans mentionner la trou-

vaille intéressante qui a été faite de nos jours, de l'atelier que l'inventeur de *rustiques figulines* avait établi non loin du palais actuel des Tuileries, ainsi que nous l'avons raconté dans sa biographie.

Au mois de juillet 1865, en creusant pour les fondations d'une aile du palais des Tuileries, sur la place du Carrousel, auprès de la grille même du château et de l'entrée de cette grille qui est à gauche de l'arc de triomphe, on rencontra une construction en briques. C'était un four de potier. Comme la tranchée devait à peine l'effleurer et qu'on avait déjà trouvé sur d'autres points deux fours sans intérêt, on aurait passé outre, ou l'on n'y aurait donné aucune attention, si un archéologue, M. Adolphe Berty, ne s'était trouvé là pour apprécier la portée de la découverte qu'on venait de faire. M. Berty suivait ces fouilles depuis leur début, afin de compléter sa *Topographie historique du vieux Paris*. Sachant, par la connaissance qu'il avait de cette partie du sol, que ce four devait appartenir à l'époque de Catherine de Médicis, et ayant remarqué plusieurs briques vitrifiées par l'action du feu, il pensa que le potier qui avait fait usage de ce four pouvait bien être celui des *rustiques figulines*, celui qu'on appelait *Maître Bernard des Tuileries*. M. Berty obtint que le déblayement fût poursuivi de manière à mettre à découvert le four entier, et bientôt ses prévisions furent justifiées. Dans l'un des deux foyers du four on trouva une douzaine de grands moules de figures et de divers objets, plantes, etc., offrant l'aspect le plus bizarre. Il y avait, entre autres moules, celui d'une sorte de monstre, dont la face et les deux yeux étaient composés de coquilles; puis des étoffes rayées et grossières.

Ces moules étranges constituent précisément la preuve la plus palpable de leur origine. Voici, en effet, ce qu'on lit dans un manuscrit de Bernard Palissy, découvert en 1861 chez un revendeur, à la Rochelle, par M. Fillon, et publié par ce savant dans ses *Lettres à M. de Montaiglon*.

« ... Et quant aux termes qui seront assis sur le rochier des fontaines, il y en auroit un aultre qui seroit tout formé de quoquilles maritimes, sçavoir les *deux yeux* de deux quoquilles, voire tout le résidu des corps... item, pour esmerveiller les hommes, je en vouldrois faire trois ou quatre *vestus et coiffés de modes estranges*, lesquelz habillemens et coiffures seroient de divers linges et toiles ou *substances rayées*, si approchants la nature qu'il n'y auroit homme qui ne pensast que ce fust la même chose que l'ouvrier auroit voulu imiter... »

Dans ce curieux passage, il est question des *termes* que Palissy devait exécuter dans la grotte du jardin des Tuileries. C'est une preuve certaine que les moules trouvés dans le four de la place du Carrousel étaient bien ceux de Bernard Palissy, et que le four lui-même faisait partie de l'atelier que le potier de Saintes avait établi sur cet emplacement, selon le désir de Catherine de Médicis.

CHAPITRE XIX

LES FAIENCES FRANÇAISES. — LA FAIENCE DE NEVERS. — LES ASSIETTES RÉVOLUTIONNAIRES. — LA FAIENCE DE BEAUVAIS. — HISTOIRE DE LA FAIENCE DE ROUEN. — LES FAIENCES DE MOUSTIERS, DE LYON, DE MARSEILLE. — LES POTERIES D'OIRON.

Après Bernard Palissy, mort en 1589, la faïence française prit un rapide développement. L'historien De Thou affirme que, sous Henri IV, à la fin du XVIe siècle, la faïence était généralement répandue en France. Il ajoute qu'Henri IV créa des manufactures de faïences à Paris, à Nevers et en Saintonge, et que « la faïence qu'on fit dans ces ateliers était aussi belle que la faïence que l'on tirait d'Italie. »

Il y a beaucoup d'exagération dans ce dire. Il est pourtant certain que des manufactures de faïence existaient déjà sous Henri IV, dans plusieurs localités de la France. Le

mérite artistique de ces poteries laissait à désirer; mais quelques-unes étaient excellentes au point de vue de la fabrication.

Les plus anciennes fabriques de faïence, en France, sont celles de Nevers. Leur création remonte à la fin du XVIe siècle. On lit dans un ouvrage de Diderot :

« La première fabrique de faïence fut fondée à Nevers, par un Italien, qui ayant accompagné en France un duc de Nivernais, aperçut en se promenant aux environs de Nevers, une terre de l'espèce dont on faisait de la faïence en Italie. Il la prépara et fit construire un petit four où fut fabriquée cette faïence. Des artistes italiens, attirés par le premier succès, s'établirent bientôt dans les environs, et furent protégés par la cour et la noblesse qui commençait à prendre goût à la vaisselle en terre cuite, d'après la mode déjà répandue en Italie. »

Ce duc de Nivernais était Louis de Gonzague, qui était devenu duc de Nevers par son mariage avec Henriette de Clèves (1562), l'une des *Trois Grâces* de la cour de Charles IX.

La majolique aurait donc été introduite dans le Nivernais avant 1590. Ce fait est mis hors de doute par la dédicace d'un livre à Louis de Gonzague, aux *calendes d'avril* 1590, dans laquelle l'auteur dit que l'introduction de la fabrication de la faïence à Nevers (*figulinæ encausticæ*) est une des plus puissantes raisons qui aient pu l'engager à dédier son livre au protecteur et au bienfaiteur de Nevers.

Parmi les premiers artistes de Nevers, on cite les Conrade, gentilshommes italiens, de Savone. Voici l'extrait d'un brevet octroyé à Antoine de Conrade, par Louis XIV et la régente, sa mère, qui prouve qu'on était bien convaincu que ces habiles potiers possédaient des secrets que le public devait ignorer.

« Estant bien informé de son industrie et grande expérience à faire toutes sortes de vaisseaux de faïence, par une science rare et particulière, *réservée secrètement de père en fils* en la maison de Conrade, etc. »

Une autre famille étrangère parut dans l'industrie de la faïence nivernaise, vers 1632 : les Custode, qui sont d'origine italienne comme les Conrade. Pierre Custode fonda à Nevers la manufacture dite de l'*Autruche*, et ses descendants ont continué la fabrication jusqu'au commencement de notre siècle. C'est dans la fabrique de l'Autruche, située rue Saint-Genest, qu'a travaillé l'artiste italien Ristori.

Nous trouvons dans un ouvrage spécial sur la faïence de Nevers, *la Faïence, les faïenciers et les émailleurs de Nevers*, publié par un amateur nivernais, Du Broc de Ségange, en un beau volume orné de planches coloriées (1), les noms des fabricants les plus renommés venus après les Conrade et les Custode. Il n'est pas inutile de rapporter ces noms, car la faïence de Nevers, aujourd'hui fort à la mode, est très-recherchée par les amateurs et collectionneurs.

Voici le nom des fabricants nivernais dont les *marques* sont les plus estimées :

Denis Leserre, contemporain de Conrade, auteur d'une pièce célèbre, *la Vierge offrant une pomme à l'enfant Jésus;* — Nicolas Viodé, qui travaillait vers 1678, et qui était fils de Claude Viodé; — Henri Borne, mort en 1716 et qui fabriquait surtout des statuettes en faïence; — Henri de Selle, mort en 1710; — Guilleraut, mort en 1650; — François Rodrigue, dit Duplessis (1734); — Jacques Seigne; — François Haly, mort en 1782. Ces noms sont les derniers de la grande fabrication nivernaise; car en 1790, ainsi qu'il résulte d'une pétition adressée au roi par les faïenciers de Nevers, il n'existait plus dans cette ville que deux fabriques de faïence.

M. Demmin, auteur de l'ouvrage *Guide de l'amateur*, que nous citons souvent, divise en quatre époques la fabrication de la faïence de Nevers :

(1) In-4, Nevers, 1863 édité par la Société nivernaise.

1re époque, de 1602 à 1670, tradition italienne;

2e époque, vers 1640, imitation persane;

3e époque, de 1640 à 1750, imitation de chinoiseries hollandaises;

4e époque, de 1750 à 1810, franco-nivernaise, ou populaire, ou patriotique républicaine, à partir de 1789 (1).

Dans la première époque établie par M. Demmin (celle de la tradition italienne), la faïence de Nevers est quelquefois supérieure, sous le rapport du coloris, aux productions d'Italie, aussi bien dans le camaïeu bleu que dans le polychrome. Le dessin est relâché, mais moins surchargé d'ocre, le jaune plus pâle et plus doux.

« L'amateur, dit M. Demmin, reconnaîtra les belles pièces de la première époque à ce signe que les *figures* du décor y sont ordinairement en *jaune* sur *fond bleu*, tandis que les peintres italiens ont le plus souvent peint leurs *figures en bleu* sur *fond jaune*. Nevers n'a jamais employé les couleurs rouges. »

Nous n'avons rien à noter sur la deuxième et la troisième époque que M. Demmin distingue dans l'histoire de la faïence nivernaise, mais la quatrième présente quelques détails curieux.

On a vu que cette période embrasse de l'année 1750 à 1810. Tous les amateurs de faïence de Nevers savent que ces faïences, outre le caractère propre de leur ornementation bizarre et de leur coloration où domine le bleu sur un fond blanc, se font quelquefois remarquer par un luxe d'inscriptions d'une poésie qui ne brille ni par les rimes ni par l'esprit. Les assiettes et les grands saladiers de Nevers sont couverts de ces inscriptions rimées. Nous renvoyons à l'ouvrage de M. Demmin, *Guide de l'amateur* (2), pour les curieux échantillons de cette poésie de potier.

A l'époque de la Révolution, les potiers nivernais, au lieu d'orner leurs assiettes de sentences et pensées d'amour ou de *beuverie*, cultivaient surtout l'inscription patriotique. M. Champfleury, aujourd'hui conservateur du Musée céramique de Sèvres, a publié la description d'assiettes de Nevers dont la fabrication appartient à l'époque de notre première Révolution, et qui portent des inscriptions démocratiques très-variées. En voici quelques-unes :

Aimons-nous tous comme frères. 1793.

Une autre assiette porte :

Ah! ça ira.

Une troisième, où l'on voit un prêtre et un noble se donner la main, a pour légende :

Le malheur nous réunit.

Puis, la note révolutionnaire s'accentue :

Vivre libre ou mourir !

Et ailleurs :

Dansons la carmagnole, vive la carmagnole ! 1793.

Un enfant bourre un canon avec des personnages. Pour que le sens du dessin soit bien compris, la légende porte :

Je bourre les aristocrates.

Il y avait à Nevers des faïenciers réactionnaires, ou, selon le langage du temps, aristocrates. Ceux-ci mettent sur leurs assiettes :

Vive le roi citoyen !

D'autres :

Les lis ramènent la paix.

Mais des céramistes plus avancés en politique leur donnent la réplique. Ils représentent Louis XVI jouant au piquet avec un sans-culotte ; et voici l'inscription qui accompagne le dessin :

(1) Tome I, page 450.

(2) Tome I, pages 460-463.



Fig. 102. — Plat de Beauvais.

J'ai écarté les cœurs, il a les piques, et je suis capot.

Dans une autre assiette, on voit une épée et une crosse épiscopale attachées à l'extrémité d'une bascule. La crosse et l'épée sont balancées en l'air par le pied d'un cultivateur posé sur l'autre extrémité. On comprend l'intention de l'artiste par la légende :

Nous jouons de malheur, le plus fort l'emporte.

Voici une dernière citation qui n'a besoin d'aucun commentaire, grâce à sa date :

Vive mon rasoir. 1793.

Dès le commencement de notre siècle, la fabrication de la faïence de Nevers commença d'entrer dans une période de décadence, lente, mais continue. Peu à peu les usines se sont fermées, et de nos jours il ne reste plus à Nevers que cinq fabriques de faïences, qui produisent exclusivement des faïences communes à l'usage des ménages. Une seule, celle de M. Signoret, se livre à la fabrication artistique, mais avec timidité et seulement sur commande. M. Signoret copie les anciens modèles nivernais, bien entendu en les accompagnant de sa marque, pour les vendre comme imitation des anciennes faïences.

La faïencerie de Beauvais a, comme celle de Nevers, une grande renommée.

Antoine Loyzil, historien de Beauvais, mort en 1617, assure que les poteries du

Beauvoisis fournissaient non-seulement la France, mais encore l'Angleterre et les Pays-Bas.

Les poteries de Beauvais étaient plutôt des terres cuites vernissées, que des faïences émaillées. On y produisit des faïences quand cette poterie devint à la mode en France. On voit dans le Musée de Sèvres une gourde plate de la fabrique de Beauvais, portant sur chaque face, les armes de France. Elle fut trouvée dans la Somme. D'après la forme de la fleur de lis et des lettres gothiques de l'inscription « Charle-Roy », Brongniart attribue cette pièce au règne de Charles VIII (1483-1498). Mais dans une collection particulière, celle de M. de la Chesnevaye, on trouve un plat authentiquement de Beauvais qui doit être antérieur, et où on lit en caractères gothiques minuscules, en usage pendant le XIVe et le XVe siècle :

Santé sans argent, ça donne maladie.

Enfin nous citerons un grand plat que nous représentons ici (fig. 202) et qui existe à la Bibliothèque de la rue de Richelieu, dans la salle des Antiques et du Moyen âge. Long de 43 centimètres, il est en terre cuite, à pâte assez fine, assez blanche même, ayant plusieurs des qualités de la pâte de faïence fine et enduit intérieurement d'un vernis de cuivre, à la manière des poteries de Nuremberg. Il est couvert d'ornements en relief de toute sorte, notamment des armoiries de France et de Bretagne du temps de Charles VIIIe, avec les instruments de la passion, et ce qui intéresse particulièrement, il porte la date de 1511.

Nous aurions encore à parler des terres cuites, émaillées ou vernissées, d'Avignon, de celles d'Agen et de Saint-Cloud ; mais nous avons hâte d'arriver à celles de Rouen, les plus remarquables et les plus justement estimées de la faïencerie française.

François Ier avait établi à Rouen une manufacture de poteries et terres cuites qui devint très-célèbre, à la fin du XVIIe siècle. Des artistes italiens y exécutèrent, dans le courant du XVIe siècle, des œuvres architecturales remarquables, au point de vue de la céramique. Nous citerons entre autres, deux tableaux peints sur des carreaux de revêtement, qui appartiennent au duc d'Aumale. Cette poterie émaillée qui, à tort, a été attribuée à Bernard Palissy, couvre une surface de 1m,60 de hauteur sur 1m,90 de largeur, au moyen de 238 carreaux renfermés dans un cadre. L'un de ces carreaux représente Curtius, l'autre Mucius Scævola, avec les armes des Montmorency. C'est du château des Montmorency à Écouen que provient ce chef-d'œuvre, qui porte l'inscription :

Fait à Rouen en 1542.

Le chef-d'œuvre du château d'Écouen ne saurait être de la faïence proprement dite, car l'établissement des premières faïenceries à Rouen ne remonte pas au delà de 1644.

C'est Nicolas Poirel, sieur de Granval, qui obtint, en 1644, un privilége du roi pour la création d'une fabrique de faïence à Rouen. D'autres lettres patentes, en date de 1673, furent accordées à Edme Poterat, à qui Poirel de Granval avait cédé son privilége.

Edme Poterat et Louis Poterat, son fils, sont les auteurs des plus belles faïences françaises. De leur fabrique de Rouen sont sorties les œuvres qui sont aujourd'hui les plus recherchées des amateurs. Louis Poterat ne produisit pas seulement la faïence. D'après un privilége du roi, en date de 1673, cité par M. Louis Potier, dans sa remarquable *Histoire des faïences de Rouen* (1), Louis Poterat aurait fabriqué, le premier en France, de la porcelaine, non la porcelaine dure de

(1) *Histoire des faïences de Rouen*, par L. Potier, œuvre posthume publiée par l'abbé Colas, 1 vol. in-4o, avec atlas de planches coloriées, page 81. Rouen, 1870.

Chine, mais la porcelaine tendre artificielle, que la fabrique de Saint-Cloud ne produisit que quinze ou vingt ans après cette époque.

Si la fabrication de la porcelaine tendre fut essayée à Rouen, comme le veut L. Potier, dès les premiers temps où l'on s'occupait d'imiter en France la porcelaine de Chine, c'est-à-dire en 1673, ce ne fut là qu'un accident, qu'une tentative sans suite sérieuse. La fabrication et le décor des faïences suffisent à la gloire de la céramique rouennaise.

Aux noms des Poterat il faut joindre, comme potiers célèbres de Rouen, Claude Borne, Dirio et Guillebeaud. On trouve dans l'*Histoire des faïences de Rouen* de Louis Potier, la liste détaillée des noms et des ouvrages de ces fabricants. Nous renvoyons, pour ce point particulier, à cet ouvrage.

La pâte de la faïence de Rouen est plus épaisse que celle de Delft, mais ses ornements sont pleins de goût. Les décors sont presque toujours peints en bleu ; les autres couleurs sont peu nombreuses et peu variées. Rouen a fabriqué, il est vrai, des assiettes à fond bleu décorées quelquefois d'ornements jaunes, mais le rouge fut toujours un écueil pour ses artistes.

La perfection du décor place la faïence rouennaise au premier rang des œuvres artistiques de ce genre. Le goût français, avec sa régularité et sa pureté, brille dans ces produits, et leur imprime un cachet national impossible à méconnaître. De simples assiettes destinées aux usages domestiques et qui se vendaient autrefois à très-bas prix, sont de véritables chefs-d'œuvre.

La faïence de Rouen a produit des ouvrages innombrables. Outre la vaisselle de table, simple ou ornée, outre les soupières et les grands plats, il faut citer des bustes, — des poêles, — des gaînes et consoles, — des chambranles de cheminée, — des tableaux décoratifs composés de carreaux peints, — des vases de jardin et des vases à fleurs, — des tabourets de jardin, — des vases de pharmacie ou de décoration, — des lampes d'église et vases d'autel destinés à renfermer des fleurs, — des encriers, — des seaux à rafraîchir, — des surtouts de table, — des pupitres à écrire, — des bénitiers, — des bougeoirs, — des chandeliers, — des plateaux de service, — des fontaines, — des plats à barbe, — des lanternes, — des jardinières, — des huiliers, — des petits souliers et des pantoufles, — des petites mangeoires pour les oiseaux, — des cruchons et brocs, — des flacons, — des tabatières, — des cartels de montre, — des petits édifices, — des cadrans et méridiens solaires, — des crucifix, — des globes terrestres, — des statuettes, — des coffrets, — des sucriers, — des lions et des levrettes de jardin, — des braseros, — des réchauds de table, etc., etc.

Il est un trait important à noter dans l'histoire de la faïence de Rouen. Lorsqu'après les guerres de la succession d'Espagne, le trésor de la France fut épuisé, Louis XIV, pour contribuer aux dépenses de l'armée, envoya toute son argenterie à l'hôtel de la Monnaie, et il commanda un service de faïence à Rouen, pour son usage personnel. Son exemple fut suivi par plusieurs grands seigneurs de la cour, et c'est surtout de cette époque, que date la prospérité de la faïence rouennaise.

Les *Mémoires de Saint-Simon* parlent des seigneurs et des bourgeois « qui se mettaient à la faïence. » Cela veut dire que l'on renonça, à cette époque, au luxe de l'argenterie, pour adopter l'usage des belles faïences rouennaises.

Après avoir raconté que quelques hauts personnages, pour faire leur cour à Louis XIV, envoyèrent leur argenterie à la Monnaie, Saint-Simon ajoute :

« Tout ce qu'il y eut de grand et de considérable se mit en huit jours à la faïence. Ils en épuisèrent les boutiques, et mirent le feu à cette marchandise, tandis que tout le médiocre continua à se servir



Fig. 203. — Faïence de Rouen (style rayonnant)

de son argenterie. Le roi agita de se mettre à la faïence; il envoya sa vaisselle d'or à la Monnaie, et M. le duc d'Orléans le peu qu'il en avait. Le roi et la famille royale se servirent de vaisselle de vermeil et d'argent, le prince et les princesses de faïence.

« Pour d'Antin, dès qu'il eut le premier vent de la chose, il courut à Paris choisir force porcelaine admirable, qu'il eut à grand marché, et enlever des boutiques la faïence, qu'il fit porter pompeusement à Versailles. Cependant, les donneurs de vaisselle n'espérèrent pas longtemps d'avoir plu. Au bout de trois mois, le roi sentit la honte et la faiblesse de cette belle ressource et avoua qu'il se repentait d'y avoir consenti. Ainsi allaient alors les choses et pour la Cour et pour l'État (1). »

Ce beau mouvement de la famille royale et des courtisans n'eut donc pas de suite. Cependant l'impulsion était donnée, et la fabrique rouennaise en profita. A partir de ce moment le débit des faïences de Normandie augmenta beaucoup, et c'est à cette circons-

(1) *Mémoires de Saint-Simon*, année 1709, édition en 21 vol. in-12, tome VII, chap. XIX, page 212.



Fig. 204 — Faïence de Rouen (styles divers).

tance qu'il faut attribuer le grand nombre de plats et de services à armoiries provenant des ateliers de Rouen et qui existent dans la collection.

Dans son *Histoire des faïences de Rouen*, Potier a établi quatre divisions dans la fabrication de la faïence rouennaise. Ces divisions répondent tout à la fois à l'histoire de la fabrication et au genre des ouvrages.

Potier distingue :

1° L'*époque des essais de Poterat père et de Louis Poterat.*

Cette époque n'est représentée que par des ouvrages de genres divers et peu susceptibles de classification. Les faïences de Rouen rappellent, à cette époque, le genre des faïences de Nevers et celui des faïences hollandaises. C'est que les fabriques de Rouen durent certainement leur création à des faïenciers de Nevers, qui importèrent leur industrie dans la Normandie. Les premières œuvres céramiques rouennaises rappellent donc cette double origine. On remarque, à cette époque, une imitation de produits japonais. C'est que les fabriques de Nevers et de Delft étaient vouées alors aux types d'ornementation empruntés aux porcelaines du Japon.

2° L'*époque du style rayonnant.* — C'est l'époque la plus brillante et l'apogée de la fabrication artistique.

On appelle *style rayonnant* le système de décor imaginé par les peintres français qui travaillaient à Rouen, pour orner de la manière la plus régulière et la plus brillante à la fois une surface circulaire, plate ou creuse, comme une assiette, un bol ou une soucoupe.

Louis Potier, dans une autre partie de

l'ouvrage que nous citons, définit en ces termes le style rayonnant :

« Le titre de *style rayonnant* convient parfaitement à la décoration de cette période, car on voit qu'il a été conçu pour être appliqué principalement à des pièces plates et circulaires, telles que les grands plats et les assiettes et, quoiqu'elle convienne parfaitement aussi aux pièces ovales, aux octogones réguliers ou allongés, aux vases et autres pièces debout, il n'est pas moins facile de reconnaître que l'emploi le plus parfait qu'on en puisse faire est toujours celui qui s'adapte à la pièce circulaire plus ou moins plate.

« Ce système consiste dans la juxtaposition autour des bords de la pièce, et en s'appuyant sur le pourtour comme sur une base, d'une série de motifs d'ornementation qu'on appelle quelquefois improprement un *lambrequin*, à cause d'une certaine ressemblance avec les lambrequins découpés d'un baldaquin, expression qui conduit à établir une confusion avec les véritables motifs de lambrequins employés par les artistes de Moustiers, d'après Berain, et qu'il convient, par conséquent, de remplacer par celle de *dent*, ou *denticule*, parce que ces motifs rappellent bien plus exactement encore les dents de nappes, collerettes, fraises, etc. en travail de point coupé, si répandu aux XVIIe et XVIe siècles.

« L'ornementation de chacune de ces pièces consista toujours dans un remplissage exécuté par le procédé dit de *réserve*, c'est-à-dire que le motif réservé en blanc sur le fond de l'émail à l'aide d'un trait qui circonscrit la réserve à ménager est réchauffé de bleu, couleur qui devient, pour ce motif, intérieure au fond spécial. Le caractère de ce motif, ainsi que celui de la dent qui le renferme, est d'être symétrique dans toutes ses parties. On peut le partager perpendiculairement en deux par le milieu, et les deux moitiés seront parfaitement semblables en sens inverse. C'est le caractère absolu de la fabrication rouennaise à cette époque ; les exceptions sont si rares qu'il est à peine besoin d'en tenir compte.

« C'est en quoi les motifs de ce genre diffèrent de ceux qui ont été employés à cette même époque par la fabrication hollandaise, et même chinoise ou japonaise. Ces derniers motifs en effet, renfermés d'ailleurs dans des dents de forme générale symétrique, consistent dans un remplissage de fleurs et de feuillages groupés sans aucune symétrie. L'effet, au premier aperçu, peut sembler à peu près le même ; mais à l'examen il est bien différent et surtout il garde un certain vague, une apparence de fouillis qui contraste avec la netteté, la précision calculée et la correction du système rouennais (1). »

(1) *Histoire des faïences de Rouen*, par L. Potier, œuvre posthume publiée par l'abbé Colas, 1 vol. in-4°, avec atlas de planches coloriées. Rouen, 1870, page 269.

De l'aveu des peintres ornementistes, le système rayonnant est le seul qui puisse satisfaire le goût et donner le meilleur emploi des ornements et des couleurs qu'il s'agit de distribuer sur une surface circulaire.

Les couleurs des pièces décorées dans le style rayonnant, sont presque uniquement le blanc et le bleu.

3° L'*époque de l'inspiration chinoise.* — Les faïences qui se rangent dans cette catégorie se distinguent par l'emploi des couleurs les plus éclatantes. C'est vers 1770 que commence ce genre de faïence.

4° L'*époque du style rocaille.* — Les faïences rouennaises adoptèrent, vers 1780, ce style de décoration, propre au temps de Louis XVI.

En dehors de ces quatre divisions, Louis Potier consigne à part les *pièces à figures*, à titre d'exception. Elles sont contemporaines du *style rayonnant*.

L'auteur que nous suivons a réuni dans un tableau synoptique les groupes historiques et génériques qu'il a établis dans l'histoire des faïences rouennaises. Voici ce tableau :

I. *Seizième siècle*....	Pavage du château d'Écouen.
II. *Origine de la fabrication rouennaise*	1° Influence des fabriques de Nevers. 2° Types hollandais et japonais.
III. *Style rayonnant*.	1° Décor en camaïeu bleu. 2° Décor en camaïeu bleu rehaussé de rouge et de jaune. 3° Décor régulier polychrome.
IV. *Imitation chinoise*	1° Bordures quadrillées vertes, pagodes, etc. 2° Décor en bleu-lapis et fonds lapis.
V. *Style rocaille*. ...	1° Scènes galantes ou champêtres. 2° Trophées, carquois, etc 3° Corne d'abondance, fleurs étalées.

Type exceptionnel à figures (1).

(1) *Histoire des faïences de Rouen*, page 300.

On voit dans les figures 203 et 204 les types des principales divisions établies par Potier dans les faïences de Rouen.

La figure 203 montre à part, et comme le type le plus curieux et le plus caractéristique de cette faïence, une pièce décorée dans le *style rayonnant.* Dans la figure 204, on a réuni les autres types de la fabrique rouennaise, le style rocaille et le style à figures.

Énumérer les œuvres remarquables en faïence de Rouen que renferment les collections privées, serait sortir des limites que nous trace le cadre de cette Notice. C'est par milliers que se comptent les beaux échantillons de ce genre de poterie éminemment française. Citer quelques pièces particulières ne nous conduirait donc à rien.

Nous ajouterons seulement que les fabriques de Rouen ont cessé depuis longtemps leur production. En 1789, on comptait à Rouen dix-huit faïenceries. Mais les désastres de l'industrie, à l'époque de la Révolution, l'introduction des faïences anglaises et la concurrence de la porcelaine portèrent un coup funeste à la faïencerie. En 1802 on ne comptait plus que sept faïenciers à Rouen. Aujourd'hui il n'existe plus dans cette ville une seule faïencerie artistique. Toutes les pièces que l'on voit dans les collections remontent au siècle dernier. A cette époque, l'avénement de la porcelaine, et de nos jours, le progrès de la fabrication de cette admirable poterie, qui a permis d'en abaisser de plus en plus le prix, ont fait disparaître peu à peu les faïences communes des usages de l'économie domestique.

Nous avons eu déjà occasion de dire, qu'il y eut de bonne heure, à Lyon, des fabriques de poteries et même de faïences. Un auteur ancien, Piccolpassi, citait Lyon comme étant un grand centre de fabrication céramique en 1548.

Les premiers potiers établis à Lyon étaient d'origine italienne: ils venaient de Pesaro et de Faenza. On cite comme spécimen remarquable de l'industrie céramique lyonnaise du milieu du XVIe siècle, un plat de 45 centimètres de diamètre, représentant, dans le style de Pesaro, le roi Salomon. Au revers, ce plat porte pour inscription :

La royne de Sabat qui vient

A Sallomon au 3e *livre des Roys*, *chapitre X.*

Ce plat appartient à M. Meusnier, qui l'a donné au Musée de Sèvres.

La faïencerie lyonnaise nous amène à parler de la faïencerie dans le Midi de la France. Nous aurons à signaler ici les produits de Marseille et surtout ceux de Moustiers (Basses-Alpes).

Dans une brochure ayant pour titre *Anciennes industries marseillaises : faïences, verres, émaux et porcelaines* (1), M. Montreuil, correspondant du Ministère de l'instruction publique, a donné des renseignements intéressants sur l'existence des fabriques de faïence à Marseille au siècle dernier.

D'après M. Montreuil, le plus ancien faïencier dont le nom soit connu à Marseille, est Jean Delaresse, qui était établi en 1709. Vers 1750 on comptait à Marseille douze fabricants de poteries, dont neuf fabricants de faïence émaillée.

Ces fabriques produisaient beaucoup, car en 1766 elles avaient exporté en Amérique 105,000 livres de faïence.

Honoré Savy et Robert sont les faïenciers marseillais dont les œuvres sont aujourd'hui recherchées des amateurs. Les mémoires du temps s'accordent à regarder Honoré Savy comme supérieur aux autres fabricants. Cette supériorité nous est attestée par ce fait que Monsieur, frère du roi, ayant visité Marseille et ses principales usines en 1777, se com-

(1) Brochure de 27 pages in-8°, Marseille, 1858.

plut à parcourir l'usine d'Honoré Savy, et voulut assister à toutes les opérations de la fabrication des ouvrages en faïence. Le comte de Provence (depuis Louis XVIII), fut si satisfait de sa visite, qu'il permit au faïencier de Marseille de mettre sa manufacture sous sa protection et d'y placer sa statue au milieu d'une galerie. L'établissement de Savy prit donc, à partir de ce moment, le titre de *Manufacture de faïence émaillée et porcelaine de* Monsieur, *frère du roi* (1).

Les produits de la manufacture de Robert étaient très-variés, et se distinguaient par la richesse des couleurs, ainsi que par la correction des dessins.

Beaucoup de pièces de ce fabricant sont remarquables par leurs dimensions et les contours gracieux de leurs formes.

Bonnefoi était un autre faïencier de Marseille renommé en Provence. On connaît de lui quelques œuvres importantes.

Robert et Bonnefoi furent nommés par leurs collègues, députés à l'assemblée du Tiers-État qui se tint à Marseille, à l'hôtel-de-ville, le 24 mars 1789.

En 1789, Marseille possédait neuf fabriques de faïence émaillée et trois fabriques de poterie vernissée. Elles occupaient trois cent cinquante ouvriers, et exportaient pour plus de 37,000 livres par an de faïence. En 1805 ces fabriques étaient réduites à trois, à deux en 1806, et à une seule en 1810.

Cette unique fabrique existe encore de nos jours, mais elle n'emploie que dix ouvriers. La décadence de cette industrie à Marseille, comme dans le Nord de la France, a eu pour cause la propagation de la porcelaine.

La faïence de Marseille n'a pas de cachet artistique proprement dit, à moins que l'on ne considère comme tel ses fleurs, ses papillons et ses figures grotesques. Il est, d'ailleurs, très-difficile, en l'absence de marque de fabricant, de reconnaître ses produits.

(1) Brochure citée, page 14.

Il en est tout autrement de la faïence de Moustiers, qui tient une grande place dans les collections modernes.

Moustiers est une petite ville des Basses-Alpes. La prospérité de l'industrie céramique dans cette localité s'explique par son voisinage de l'Italie, où florissaient encore les arts plastiques et les dernières traditions de la majolique toscane. Marseille était, d'ailleurs, à ses portes, pour expédier ses produits au dehors.

M. Davillier qui s'est occupé de chercher les origines des arts céramiques dans le Midi de la France (1), signale parmi les premiers et les plus célèbres faïenciers de Moustiers, les deux Clerissy, à savoir Pierre Clerissy qui vivait en 1686 et Clerissy II, fils d'Antoine Clerissy, qui fut anobli par le roi en 1743.

En 1789, Moustiers comptait douze fabriques de faïence.

Les faïenciers de Moustiers les plus connus sont : Paul Roux, F. Vacq, Joseph Olery, Logier, Deloye, Rion, Antoine Guichard, Pierre Fournier, Rolet, Gran, Gros, Soliva, etc.

Les décors de Moustiers sont d'une élégance extraordinaire. Les peintures représentent souvent des sujets mythologiques. Ces sujets sont entourés de rinceaux, de baldaquins, ou accolés à des cariatides, accompagnés quelquefois de vases à fleurs et de jets d'eau. D'autres peintures représentent des scènes aquatiques, des Titans, des Néréides ou des monstres marins.

Nous donnons (fig. 205) un vase de Moustiers, comme type de la faïence de cette localité.

Les produits de Moustiers étaient très-appréciés au siècle dernier. Pigamal de la Force, l'abbé Delaporte, le médecin Darluc,

(1) *Histoire des faïences et porcelaines de Moustiers, Marseille et autres fabriques méridionales*, in-8°, 1863.



Fig. 205. — Faïence de Moustiers.

l'avocat Gournay, citent, dans leurs ouvrages, les faïences des Basses-Alpes. Mais de notre temps on ignorait presque leur existence, et l'on attribuait à Rouen et à Nevers les belles pièces peintes et décorées que les amateurs se disputaient. On a fini par reconnaître que ces charmants spécimens, qui rappellent, par l'élégance de leurs formes et la grâce de leurs ornements, le style des Boule, des Berain et des Boucher, émanaient de la fabrique provençale de Moustiers, qui était devenue le lieu de réunion de beaucoup de peintres et de décorateurs d'un grand mérite. C'est monsieur Davillier qui, dans l'ouvrage que nous avons cité, a mis en lumière la véritable origine de ces jolies faïences.

Nous terminerons ce que nous avions a dire de la faïence française, par quelques mots sur la poterie d'Oiron, dans le Poitou, ce qui nous force à revenir sur la question des faïences de Henri II.

M. B. Fillon a publié un livre intitulé *l'Art de terre chez les Poitevins*, dans lequel il donne l'histoire d'une fabrique qui a existé dans le château d'Oiron, et où l'on produisait de magnifiques faïences, sous la direction d'une dame Hélin de Itangat. Or, M. Fillon croit pouvoir affirmer que c'est du château d'Oiron que seraient sorties les faïences dites *de Henri II*, dont jusqu'ici on n'a pas trouvé authentiquement les auteurs.

Il n'est pas sans intérêt, au moins au point de vue de la curiosité, d'indiquer les diverses origines qui ont été attribuées a

ces faïences. Nous laissons parler M. Fillon, qui a groupé les différentes opinions qui ont été émises sur cette question.

« Du Sommerard, le savant créateur du Musée de Cluny, les a estimées, dit M. Fillon, venues de Beauvais. M. L. Pottier les a dites faites à Florence; A. Brongniart a laissé supposer qu'il les croyait françaises; M. A. Salvetat partage le même avis qu'a nettement exprimé M. J. Labarte. M. de La Borde, et l'Anglais J. Marryat, M. Thoré et A. Tainturier les ont données au contraire à Pagolo ou à Ascanio, élève de Benvenuto Cellini, M. Clément de Ris à quelque bijoutier resté inconnu venant d'Italie; M. Bernard à Geoffroy Tory, imprimeur célèbre, M. de La Ferrière Percy a insinué qu'elles pouvaient bien être l'œuvre de quelqu'un des potiers italiens établis à Lyon; M. Moore, marchand d'antiquités de Londres, les affirmait modelées par l'un de ses compatriotes; M. Delange a émis l'opinion qu'elles étaient l'œuvre de Girolamo della Robbia. D'autres encore ont écrit à ce sujet; mais en fin de compte, MM. Labarte, de La Borde, Marryat et E. Piot ont seuls affirmé, avant 1862, l'origine purement française de cette sorte de faïence. »

On voit que le champ des hypothèses est large et que nous avons bien pu nous permettre d'émettre, nous aussi, une supposition.

Au Musée de Cluny, sous le numéro 2139, figure une faïence d'Oiron très-remarquable. C'est une coupe à couvercle aux armes de Cœtmen de Bretagne. Achetée *un franc* par la grand'mère de M. Burges, dans une vente faite en 1793, à la Flèche (Sarthe), d'objets qui provenaient du couvent de Saint-François, elle fut vendue à un marchand de curiosités, pour 60 francs, et rachetée immédiatement par M. Burges, qui les revendit plus tard au Musée de Cluny, pour *huit cents francs*.

CHAPITRE XX

LA TERRE CUITE ÉMAILLÉE EN ALLEMAGNE ET EN HOLLANDE. — LA GLAÇURE EN ÉMAIL INVENTÉE A SCHELESTADT. — LES CARREAUX VERNISSÉS DE NUREMBERG. — LES POÊLES EN FAIENCE. — LES GRÈS-CÉRAMES. — LES JACOBATS KANNETJES. — FONTAINES EN GRÈS-CÉRAMES. — — LES PRODUCTIONS CÉRAMIQUES DE DELFT.

C'est bien malgré nous que nous classons sous le titre de la Renaissance allemande un fait important qui concerne une ville de l'Alsace; mais au XIIIe siècle l'Alsace appartenait à l'Allemagne.

Dans l'*Alsatia illustrata,* on trouve le passage suivant : *Ars figulina quoque Schelestad sua debet augmenta; seculo enim XIII figulus hujus urbis vasa fictilia PRIMUS VITRO INDUXIT, ut annales Colmar testantur.* Et en note *Anno,* MCCLXXXIII *quo figulus hic anonymus decessit.* Ainsi un potier de Schelestadt dont on n'a même pas conservé le nom, mais qui est mort en 1283, aurait, quelques années auparavant, inventé une glaçure ou un émail; mais on ne nous donne aucun détail à ce sujet, et on ne dit pas s'il s'agit d'une glaçure plombifère ou d'un émail stannifère.

Il faut donner aux poteries allemandes dont nous allons parler le nom de *terres cuites émaillées*, pour les distinguer des faïences proprement dites, des *majoliques* ou faïences italiennes et françaises, qui leur sont postérieures.

Nous avons eu l'occasion, dans un chapitre précédent, de signaler plusieurs exemples de l'emploi de l'émail en Allemagne, à une époque très-éloignée, et longtemps avant Lucca della Robbia. De bonne heure apparut à Nuremberg toute une pléiade d'artistes, presque contemporains de Lucca della Robbia, et qui créèrent, avec cet émail, de vrais chefs-d'œuvre. Ce sont d'abord les Hirschvogel le père, ses fils et un petit-fils, puis les Reinhardt, les Nickel, etc. A peu

près simultanément, les céramistes de Ratisbonne, de Landshut, atteignirent un grand degré de perfection dans les émaux. Leurs produits pouvaient rivaliser avec les plus belles poteries émaillées de l'Italie.

Les Hirschvogel sont les plus célèbres de ces potiers allemands, qui, à l'époque de la Renaissance, fabriquèrent cette grande quantité de terres cuites émaillées que les amateurs recherchent aujourd'hui.

Le premier des Hirschvogel est mort en 1525. A cette époque la peinture sur vitraux était extrêmement répandue, et il fallait des peintres habiles pour fournir des modèles aux peintres verriers. C'est à *Hirschvogel le Vieux* que l'on doit les vitraux des quatre fenêtres ogivales de la nef de l'église Saint-Sebald, à Nuremberg.

Son fils, Auguste Hirschvogel, était potier, peintre et graveur. Il possédait à fond l'art d'émailler les terres cuites. M. Demmin pense qu'il fut le maître de Bernard Palissy (1), en d'autres termes, que Bernard Palissy put se mettre en rapport avec lui et recevoir ses leçons.

Auguste Hirschvogel voyageant en Italie, communiqua le secret de la faïence stannifère à un Vénitien. Voyageant en Hongrie, il se livra à de beaux travaux de gravure.

Sebald Hirschvogel, fils du précédent, né en 1517, mourut en 1589. On montre encore aujourd'hui à Nuremberg la maison qui fut habitée au XVIe siècle, par la famille des Hirschvogel.

Le Musée de Nuremberg possède beaucoup de terres cuites émaillées, soit des Hirschvogel, soit des artistes allemands qui furent leurs contemporains.

Il est une fabrication spéciale dans laquelle l'ancienne école de Nuremberg a excellé : nous voulons parler des carreaux vernissés qui servaient à revêtir les poêles. Il existe au château de Nuremberg une magnifique collection de ces plaques de terre cuite émaillée. Elles ont 68 centimètres de longueur sur 65 de largeur, et sont enrichies d'ornements et de figures en relief dans le style de Holbein. Les poêles recevaient alors en Allemagne de riches décorations en terre cuite émaillée.

Pour donner à nos lecteurs une idée de ces grands poêles allemands que l'on décorait si richement à l'époque de la Renaissance, par des applications de faïences vernissées et peintes, nous représentons (fig. 206) l'ensemble d'un poêle à émail stannifère polychrome, qui se trouve au *Musée Germanique* de Nuremberg. Appartenant au style gothique, il est tout couvert d'armoiries des chevaliers de la Franconie, entremêlées de figures de saints.

Une autre fabrication céramique qui paraît avoir pris naissance en Allemagne ou en Hollande, est celle des grès-cérames, qui doit maintenant nous occuper.

Voici d'abord la définition de cette poterie, donnée par Brongniart.

« Poterie à pâte dense, très-dure, sonore, « opaque, à grain plus ou moins fin. Elle est « sans glaçure, ou avec glaçure soit vernis, « soit lustre, soit couverte. La pâte est essen- « tiellement composée d'argile plastique. »

Les exemples authentiques les plus anciens de la fabrication des grès-cérames en Europe, remontent à la fin du XIVe siècle. On les a fabriqués d'abord en Allemagne, à Ratisbonne, à Baireuth, à Cologne, etc., ensuite en Hollande, dans les Flandres, etc. Quelques poteries de Beauvais paraissent également, comme nous l'avons dit plus haut, se rapprocher des grès-cérames plus que de la faïence.

Les grès-cérames eurent leur époque de splendeur, mais elle fut courte : elle ne dura que de 1540 à 1615.

« C'était la poterie de luxe de cette époque, dit Brongniart. Les formes si variées, quelques-unes si

(1) *Guide de l'amateur*, 2e édition, tome I, page 151.

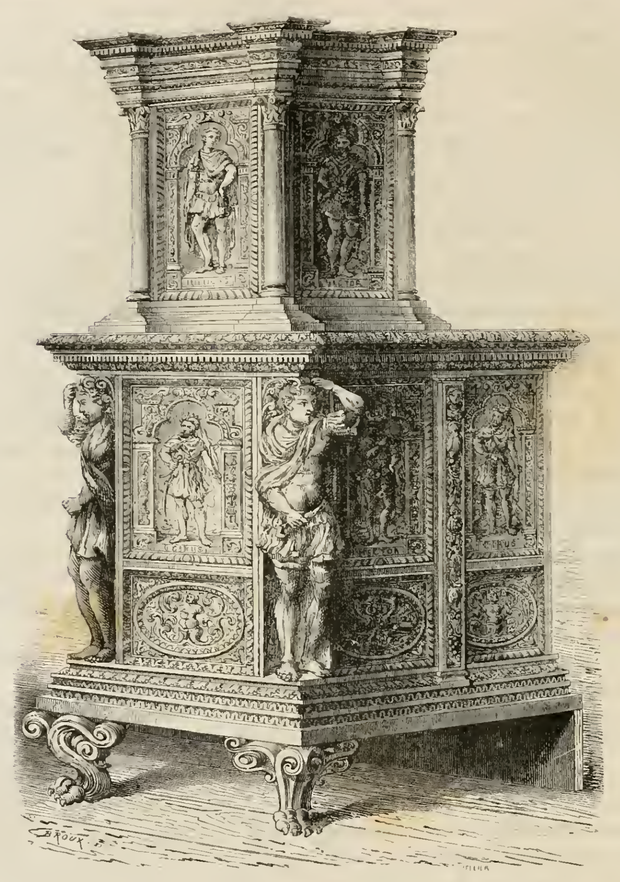


Fig. 216. — Poêle allemand en terre cuite émaillée (époque de la Renaissance).

étranges, mais toujours liées ensemble par un style tout particulier, la richesse des ornements en relief et même des figures dont ils étaient couverts, les émaux de couleur dont ils étaient enrichis, ne laissent donc point de doute sur leur double destination comme vases à contenir des boissons et comme vases d'ornement. »

Il est assez étrange, ajoute l'auteur du *Traité des arts céramiques*, que l'histoire d'une poterie si richement habillée de reliefs et de couleurs, si abondamment fabriquée, si l'on en juge par la quantité qu'on en trouve encore chez les marchands et chez les amateurs, soit si peu connue.

Parmi les premiers grès-cérames il faut citer les *Jacobats kannetjes (cannettes de Jacqueline)* auxquelles se rattache toute une légende.

Jacqueline, fille et héritière de Guillaume IV, comte de Hollande et de Hainaut, né en 1400, était réputée la femme la plus



Fig. 207. — Fontaine en grès du Musée du Louvre.

belle, la plus intrépide et la plus instruite de son époque. Retracer ici ses aventures politico-romanesques nous entraînerait trop loin. Disons seulement qu'après avoir été mariée deux fois, après avoir perdu et reconquis sa souveraineté, elle se maria de nouveau avec Francis van Borselen, stathouder de Hollande et son sujet. Son mari ayant été fait prisonnier par Philippe de Bourgogne et condamné à mort par celui-ci, Jacqueline céda à Philippe tous ses domaines et mourut en prison au château de Teilingen à l'âge de trente-quatre ans.

La tradition hollandaise rapporte que la pauvre princesse accablée de douleur, vidait plusieurs *Kannetjes* par jour pour oublier son chagrin. Afin de tromper les longues heures de sa captivité, elle faisait fabriquer sous ses yeux des cannettes de grès, qu'elle faisait ensuite jeter dans les fossés du château.

Ces anciennes cruches ont été retrouvées

presque toutes cassées; il en existe pourtant quelques-unes intactes, et elles sont payées à prix d'or par les amateurs.

Il faut ajouter, d'ailleurs, que, d'après quelques archéologues hollandais, des cruches de cette nature étaient déjà fabriquées, à cette époque, dans d'autres localités. Ces *kannetjes* figuraient dans les grands repas de corps. Ils étaient placés devant chaque convive, et ne servaient qu'une fois; ce qui explique la multiplicité des débris qu'on a pu en recueillir.

Cette absurde coutume de briser les verres qui ont servi à boire à la santé d'un souverain ou d'un chef de corporation, existe encore, de nos jours, dans plusieurs pays.

Nous donnons (fig. 207), un beau spécimen d'une poterie en grès-cérame, de provenance allemande. C'est une fontaine ellipsoïde, à col et à anse, d'une hauteur de 70 centimètres. Elle est de couleur azurée et à grands reliefs ; elle appartenait à la collection Sauvageot, et existe, par conséquent, aujourd'hui, au Musée du Louvre.

Plusieurs localités de l'Allemagne et des Flandres ont produit des grès-cérames remarquables. On cite surtout ceux de Ratisbonne et de Baireuth.

A Bunzlau, en Silésie, il existe un pot qui dépasse en grandeur et en célébrité le tonneau de Heidelberg. La corporation des potiers dîne chaque année, assise à une grande table ronde, autour de ce colosse de la céramique.

Nous devons nous arrêter plus longtemps sur les faïences de Delft, ville de la Hollande méridionale.

D'après quelques historiens, on fabriquait déjà de la faïence à Delft, en 1310, et l'industrie céramique y avait acquis une telle importance que, vers le milieu du XVIIe siècle, on comptait dans cette ville quarante-trois manufactures de ce genre de poteries. Les exportations avaient atteint un chiffre considérable, surtout celles qui se faisaient pour l'Angleterre, où l'on appelait la ville de Delft la *mère de la poterie.*

Les premiers potiers de Delft avaient eu de grandes difficultés à combattre. Ils avaient commencé par tirer leurs terres d'Allemagne et de Belgique, et ce ne fut qu'après de nombreux essais qu'ils découvrirent que le sol même de Delft et du pays environnant renferme des argiles excellentes pour la fabrication céramique.

Le grand succès des faïences de Hollande s'explique par plusieurs causes, les unes artistiques, les autres politiques et commerciales. De grands peintres, les Jan Steen, les Jan van der Meer, les Ter Himpelen, les Jan Asselyn, etc., ne dédaignaient pas de décorer les faïences de Delft. Ils produisaient ces belles plaques, ordinairement en camaïeu, si recherchées des amateurs. D'un autre côté, la guerre de l'indépendance contre l'Espagne, qui eut pour résultat la séparation de la Hollande et des Pays-Bas, avait arrêté le développement industriel des établissements céramiques des Flandres, et enrichi, au contraire, la Hollande, dont le commerce prit une grande extension. Enfin, c'étaient les Hollandais qui faisaient exclusivement le commerce avec le Japon ; et ils tiraient de cette contrée, non-seulement les porcelaines, qu'ils vendaient à des prix fabuleux, mais encore d'excellents modèles pour leur propre industrie.

C'est pour cela qu'en Angleterre on donna le nom de *Delft* aux porcelaines que l'on importait du Japon, et que même lorsque la Grande-Bretagne fut arrivée à produire elle-même des faïences fines, ce fut sous le nom de *Delft* qu'elles furent livrées aux amateurs.

M. Demmin donne dans son ouvrage le dessin d'une faïence de Delft qui est décorée d'une peinture de Van der Meer. On y voit un groupe de trois joueurs de trictrac, dont deux sont assis autour d'une table, tan-

dis que le troisième se tient debout; une servante au corsage *rouge* apporte de la bière dans un pot de faïence *blanche*. Deux hommes fument et regardent, et ont, pour boire, un cruchon de grès *bleu;* ils se tiennent debout derrière les joueurs. L'un des joueurs, en habit *orange*, pose un pion.

Cette dernière indication prouve que cette plaque céramique n'est pas peinte d'après des gravures, ni copiée. La scène que représente ce tableau se passe en plein air, à la porte d'une maison. Les quelques traits *jaunes* par lesquels le peintre a indiqué les manches de la servante, accusent le faire du maître. Le ciel bleu entremêlé de nuages blancs, sur lequel la feuille des arbres dessine ses contours, est lumineux, et l'air y circule en abondance.

Nous avons fait ressortir les différentes couleurs de cette plaque, pour montrer la richesse de la palette du peintre céramiste de Delft.

La même remarque s'applique au beau plat de faïence peint en rouge et en bleu sur un fond blanc, qui existe au Musée de Cluny et que nous représentons (fig. 208) pour donner une idée fidèle de la faïence de Delft.

La figure 209 représente un *violon en faïence*, de Delft, en camaïeu bleu et décoré d'une infinité d'ornements. Le dessin qui orne cette pièce rare, montre des personnages en costumes de la fin du règne de Louis XIII, dont la mise est un curieux spécimen des modes hollandaises de cette époque. Trois personnes jouent de divers instruments à cordes (un violon, une mandoline et une basse); cinq autres dansent un menuet et une dame se rafraîchit devant la table sur laquelle le *crachoir* n'est pas éloigné de la classique *chaufferette,* ustensiles indispensables de ménages hollandais. De l'autre côté du même violon, sur sa face de derrière, on voit planer quatre amours, qui tiennent des branches; le tout entouré de superbes ornements.

M. Demmin nous explique en ces termes l'origine de ce violon de faïence :

« Ces violons de faïence ont été fabriqués à Delft par des maîtres modeleurs, à l'occasion du mariage des filles de leur manufacturier à de jeunes peintres céramistes, mariages qui ont eu lieu le même jour, et où les corps des peintres, des modeleurs, des potiers et des tourneurs ont ouvert les danses, chacun avec un de ces violons de faïence en tête, et où beaucoup d'autres ont joué sur des instruments de faïence et de leur fantaisie et faits par eux. Les jeunes épouses ont alors conservés dans leurs familles respectives, de génération en génération, ces quatre instruments commémoratifs de la noce, qui avaient été peints par les gendres du potier (1). »

Il n'existe, en effet, que quatre de ces violons de faïence de Delft. L'un appartient au Musée de Rouen, le deuxième au musée du Conservatoire de musique, à Paris; le troisième (celui dont nous reproduisons le croquis) fait partie de la collection de M. Demmin ; enfin le quatrième figure dans la collection d'un amateur d'Utrecht.

Quelques doutes se sont élevés sur l'authenticité de quelques-unes des poteries qu'a fait connaître M. Demmin ou dont il a expliqué les signatures ; mais cet auteur se fût-il trompé parfois, et eût-il été victime d'une de ces illusions d'amateur qui veut faire triompher sa théorie, il n'en est pas moins vrai qu'il a rendu un grand service à la céramique en forçant les chercheurs à porter des investigations plus sérieuses sur les produits de l'Allemagne, de la Hollande et de la Suisse.

Nous avons dit que, vers le milieu du XVII[e] siècle, le nombre des manufactures de faïence établies à Delft était de quarante-trois ; vers 1700, il en existait cinquante. Un auteur qui a traité de la céramique évalue même le nombre de ces établissements à cent pour la première moitié du XVIII[e] siècle. Quoi qu'il en soit, la prospérité de la poterie hollandaise s'explique par le goût, par la passion qu'excitaient en Hollande même les

(1) *Guide de l'amateur*, tome I, page 68.



Fig. 208. — Faïence de Delft du Musée de Cluny.

belles faïences de ce pays. Dans les maisons des villes, comme dans les fermes, les murs étaient ornés de plaques de faïence. Partout on rencontrait des dressoirs, des crédences surchargés d'œuvres d'art. Des faïences historiées décoraient les vestibules, les escaliers et même les étables. M. Champfleury a dit :

« Les Hollandais, ne sachant que faire de leurs innombrables plaques de faïence, avaient imaginé d'en mettre jusque dans les étables, pour distraire les animaux, croyant meubler leurs cerveaux d'images plaisantes, et égayer par des scènes de la vie domestique les yeux des gros bœufs accroupis sur la litière (1). »

Qu'est devenue cette prospérité ? On vend partout aujourd'hui d'anciennes faïences hollandaises; mais leur fabrication a cessé, et à Delft on ne compte plus maintenant qu'*une seule fabrique*, qui ne produit que des assiettes nues en terre de pipe !

(1) *Le Violon de faïence*, roman.

CHAPITRE XXI

LA FAIENCE INTRODUITE EN ANGLETERRE. — LES CARREAUX. — LES ASSIETTES ET COUPES EN BOIS BLANC. — LES VASES EN CUIR. — LES CRUCHES EN GRÈS. — INTRODUCTION DE L'ÉMAIL STANNIFÈRE. — LE DISTRICT DES POTERIES. — LES POTS A BEURRE. — LES THYGS. — POTERIES CUITES A LA HOUILLE. — LA DÉCOUVERTE DU VERNIS AU SEL MARIN DUE A UN ACCIDENT DE CUISINE. — IMPORTANCE DE LA FABRIQUE DE BURSLEM AU XVIIe SIÈCLE. — LES FRÈRES ELERS. — LE FAUX IDIOT — L'OPHTHALMIE D'UN CHEVAL ET LES CAILLOUX CALCINÉS AMÈNENT A DÉCOUVRIR LA PATE BLANCHE DES FAÏENCES ANGLAISES. — WEDGWOOD. — DÉBUTS DE SA VIE. — SES SUCCÈS. — LA POTERIE DE LA REINE. — FONDATION D'ETRURIA. — LE CATALOGUE DE WEDGWOOD. — PYROMÈTRE DE WEDGWOOD.

Dans un chapitre précédent, nous avons

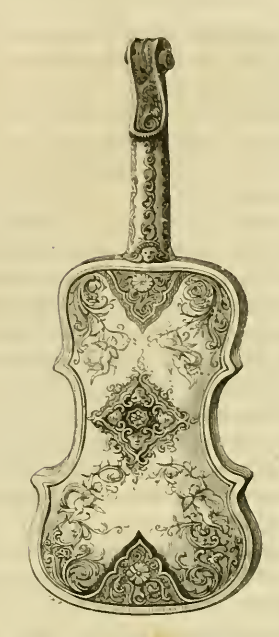



Fig. 209, 210. — Violon de faïence, vu des deux côtés

parlé des poteries anglaises qui appartiennent à la période romaine. On n'a que bien peu de données sur les poteries fabriquées par les successeurs des Romains, c'est-à-dire par les Anglo-Saxons.

Les terres cuites qui furent fabriquées après la conquête de l'Angleterre par les Normands, servaient surtout à produire les carreaux qui ornaient le pavé des églises et des abbayes.

M. Marryat donne, dans son ouvrage (1) le dessin d'un carreau de l'abbaye de Malmesbury. C'est un fragment d'un pavage du XIV[e] siècle, qui se composait de cercles enrichis de bordures contenant des écureuils et des singes. Cet échantillon appartient aujourd'hui au Musée britannique.

La fabrication des poteries décoratives était cependant fort peu répandue en Angleterre pendant le Moyen Age, puisqu'on ne trouve que bien rarement ces objets mentionnés dans les *inventaires* de cette époque. Cette circonstance prouve, comme le dit M. Marryat, ou que les poteries étaient rares en Angleterre, ou qu'elles avaient trop peu de valeur pour être mentionnées. Sous la reine Élisabeth, en 1592, le service ordinaire de vaisselle pour la reine et ses officiers, se composait d'assiettes et de coupes *en bois*. Les vases à boire étaient principalement des bouteilles *en cuir*. On trouve, en effet, dans les manuscrits de Landsdowne :

« Nous avons aussi des *coupes en cuir* (*small jacks*). Dans beaucoup de cabarets de la Cité et des faubourgs, on les monte en argent ; à la cour, il y a de grands *jacks* et des *bombarts*, ce qui faisait dire aux Français qui les avaient vus pour la première fois, en rentrant chez eux, que *les Anglais buvaient dans leurs bottes*. »

(1) *Histoire des poteries de faïence et de porcelaine*, traduit de l'anglais, t. I, p. 372.

Nous ajouterons que les coupes en cuir devinrent aussi de mode en France, où on les désignait sous le nom de *bouteilles de cuir achetées à Londres* (Inventaires des rois de France de 1380) ou *bouteilles de cuir noir faites à la mode d'Angleterre* (inventaires de 1467).

On a trouvé à Lincoln des moules de terre cuite qui avaient dû servir à un potier anglais du xive siècle. M. Marryat donne le dessin d'un de ces moules qui fut recueilli, avec beaucoup de fragments, près d'un four en ruines. D'après les coiffures des personnages, ces moules doivent appartenir au règne d'Édouard III.

Les poteries anglaises du Moyen Age ont presque toutes la forme de cruches, et ressemblent aux vases à boire qu'on fabriquait sur le continent à la même époque. C'est que les rares potiers de l'Angleterre cherchaient à imiter les vases qui leur venaient du continent.

En résumé,dans tout le Moyen Age et jusqu'au xviie siècle, la poterie avait été fort négligée en Angleterre,et n'était pas entrée dans les habitudes nationales.Il appartenait à la nouvelle poterie venue du continent, c'est-à-dire à la faïence, de changer, sous ce rapport, les habitudes de nos voisins.

Il est difficile de préciser l'époque de l'introduction en Angleterre de la faïence émaillée. Quelques auteurs pensent que la faïence à pâte tendre recouverte d'un émail dur ne fut fabriquée en Angleterre qu'à la fin du xviie siècle, ou au commencement du xviiie. Il paraît cependant que, dès 1642, des potiers hollandais s'étaient établis à Fulham et à Lambeth, et y fabriquaient des faïences *à la façon de Delft*. Du reste, depuis cette époque, toutes les faïences stannifères portèrent, en Angleterre, le nom de *Delft*, quelle que fût leur origine. Leur fabrication n'eut jamais d'ailleurs dans ce pays une grande importance, tandis que les grès-cérames et la faïence fine, dont nous parlerons plus loin, y sont devenus la base d'industries considérables.

Quant aux grès-cérames, les premiers modèles avaient été importés des Flandres ou de la Hollande, et le commencement de leur fabrication remonte aux premières années du xvie siècle. Il existe plusieurs documents établissant d'une manière certaine que des ouvriers étrangers vinrent fonder des établissements de poterie sous le règne d'Élisabeth, et on trouve dans plusieurs collections des grandes cruches qui portent le nom ou les armes de cette reine, avec la date de 1594. Il est cependant à remarquer que le même blason et la même date se rencontrent, avec les armes de Cologne, sur d'autres cruches en tout semblables, ce qui a fait naître l'hypothèse que ces poteries auraient pu être fabriquées en Allemagne.

Quoi qu'il en soit, au xviie siècle l'industrie céramique prit rapidement une grande extension en Angleterre, principalement dans le Staffordshire.

On trouve dans ce comté un vaste district manufacturier, nommé autrefois les *Poteries* et aujourd'hui *Stoke-upon-Trent ;* il se compose de *douze villes* réparties dans trois paroisses et occupant une superficie de plus de *douze milles carrés* (environ un myriamètre).

Dès l'époque de la domination saxonne, l'art du potier avait existé dans le Staffordshire, mais toute la fabrication se bornait aux vases usuels et aux carreaux communs. C'est vers 1620 que, les procédés s'étant perfectionnés, la céramique y prit de plus grandes proportions. En 1678, il y avait déjà de grandes manufactures à Burslem (l'une des localités les plus importantes du Staffordshire).

L'année 1680 ouvrit une ère nouvelle à la poterie de Burslem. Déjà on y avait pratiqué avec succès la cuisson des poteries avec la houille, car ce combustible naturel était très-voisin, et pouvait alors s'extraire pres-

que à fleur de terre. On avait aussi employé un vernis plombifère, composé d'un silicate de plomb vitrifié à la surface.

C'est dans la fabrique de Burslem que l'on découvrit, en 1640, la manière de vernir des poteries au moyen du sel marin jeté dans le four. Cette découverte eut pour point de départ un simple accident de cuisine.

Une servante était occupée à faire dissoudre du sel dans de l'eau, pour saler du porc. Un visiteur étant survenu, elle abandonna le vase sur le feu. Pendant son absence, l'eau s'étant évaporée entièrement, le sel se trouva en contact avec le pot. La chaleur fit rougir le pot de terre, et le sel fondit à la surface de la poterie.

Il se trouva, après le refroidissement, que le pot était vernissé.

Palmer, chef d'une fabrique importante de poteries située près de Burslem, ayant été informé de ce fait, fit aussitôt des expériences, et acquit la certitude que le sel marin a la propriété de vernir la poterie chauffée au rouge. Ce procédé se propagea rapidement et produisit d'abord les belles poteries connues sous le nom de *crouck war*, (grès à vernis de sel) très-recherchées des amateurs.

Les frères Elers simplifièrent ce procédé. Ils donnèrent la glaçure en se bornant à jeter, vers la fin de la cuisson, du sel dans le foyer. Le sel marin se vaporise par la chaleur, et vient se condenser sur les parois des poteries, dont il vernit la surface.

Si l'on veut la théorie chimique de cette curieuse opération, nous dirons que le sel marin (chlorure de sodium) est décomposé par la silice (acide silicique), et que la soude du sel marin forme avec elle un verre transparent (silicate de soude), lequel constitue le vernis ou glaçure qui se répand sur la poterie. Dans cette réaction il se dégage de l'acide chlorhydrique provenant de la décomposition du sel marin. C'est là le procédé de glaçure le plus économique que l'on puisse imaginer.

Le vernissage au sel marin eut un succès si grand et si rapide, que, vers 1695, on comptait à Burslem vingt-deux fours pratiquant cette opération. La vapeur acide qui s'exhalait des fours pendant la vitrification, était si forte, qu'elle produisait un nuage, quelquefois tellement épais, que les passants se heurtaient dans les rues.

John Elers, né en Saxe, descendait d'une famille noble de ce pays. Son grand-père, l'amiral Elers, avait épousé une princesse de la famille grand-ducale de Saxe, et son père avait été ambassadeur. John Elers avait accompagné, en 1690, le prince d'Orange en Angleterre, il eut l'idée d'y créer une manufacture de poteries, qui acquit promptement une grande renommée à cause de la perfection et des qualités artistiques qui distinguèrent ses produits.

Des échantillons de beaux grès-cérames rouges du Japon ayant été importés en Europe, les manufacturiers hollandais et anglais essayèrent vainement de les imiter, parce qu'ils n'avaient pas la terre convenable. Les frères Elers (John s'était associé un de ses frères) furent plus heureux. Le hasard leur avait fait découvrir, près de Bredwell, une couche de terre rouge compacte, qu'ils travaillèrent dans une petite fabrique. Leurs produits attirèrent bientôt l'attention : ils atteignaient, s'ils ne la dépassaient pas, la beauté des grès-cérames du Japon les plus renommés.

Les concurrents des frères Elers ne pouvaient se rendre compte des procédés par lesquels on pouvait atteindre de semblables résultats ; mais les deux frères faisaient bonne garde : ils écartaient de leur fabrique toutes les personnes qu'ils pouvaient soupçonner de chercher à saisir leurs procédés. Ils n'employaient que des ouvriers très-ignorants, presque des idiots, pour qu'ils n'eussent pas l'intelligence de

comprendre et de dévoiler leurs secrets.

Toutes ces précautions devaient être inutiles. Un jour, un ouvrier inconnu dans le pays, et qui avait toutes les apparences de l'idiotisme, tout en étant fort habile de ses mains, se présenta chez les frères Elers. L'idiot Astbury fut introduit dans la fabrique, et bientôt on crut pouvoir se livrer en sa présence à toutes les manipulations. Mais le prétendu idiot était un homme d'une rare intelligence et d'une volonté de fer. Pendant cinq ans il eut la patience de jouer le rôle pénible auquel il s'était condamné. Enfin il quitta tout à coup l'établissement.

Un an après on vit s'élever dans le pays une manufacture nouvelle, dans laquelle étaient appliqués tous les procédés des frères Elers. Astbury avait vendu à plusieurs potiers du comté les secrets qu'il avait surpris.

Découragés par cette concurrence inattendue et déloyale, les frères Elers quittèrent la contrée. Plus tard, vers 1710, ils s'établirent de nouveau aux environs de Londres, et contribuèrent par leurs connaissances pratiques à fonder la belle manufacture de porcelaine de Chelsea.

Presque tout, dans les progrès de la céramique anglaise, semble tenir de la légende ou du roman. L'addition de cailloux calcinés à la composition ordinaire de la pâte, invention importante qui conduisit à la fabrication des grès fins, est racontée comme il suit dans les ouvrages anglais.

Thomas Astbury, fils du potier Astbury dont nous venons de parler, voyageait à cheval sur la route de Londres à Dunstable. Son cheval fut subitement affecté d'une ophthalmie qui le força de s'arrêter dans une auberge. Le maître de l'auberge lui conseilla d'employer, pour le guérir, du caillou calciné. Thomas Astbury remarqua que le caillou, qui était noir avant la calcination, était devenu blanc par l'action du feu. Il pensa alors que l'on pourrait blanchir parfaitement la pâte des poteries rougeâtres en y introduisant ce silex qui devenait blanc par l'action du feu.

Astbury en fit l'expérience sans retard. Il mêla le silex broyé avec du sable et de la terre de pipe, et il obtint ainsi des pâtes très-blanches.

Par cette découverte la pâte blanche de faïence, c'est-à-dire la faïence fine, était créée. La faïence fine n'est autre chose, en effet, qu'une terre argileuse rendue très-blanche par son mélange avec de la poudre de silex.

Nous voici arrivés à l'époque de Wedgwood, le grand céramiste, le Bernard Palissy de l'Angleterre. Mais Wedgwood eut cette supériorité sur l'inventeur français des *rustiques figulines*, que loin de faire mystère de ses procédés, il les répandit largement, et qu'il enrichit son pays d'une industrie de la plus grande importance sous le rapport de la masse énorme des produits manufacturés.

Josias Wedgwood était né à Burslem, en 1730. Il était le treizième enfant d'un petit potier. D'après l'historien Shaw, presque personne ne savait ni lire ni écrire à Burslem, en 1710, c'est-à-dire cinquante ans après la naissance de Wedgwood, ce qui permet de juger de l'état intellectuel de la population de ce comté. Josias prit de bonne heure sa place dans l'atelier de son frère aîné. A l'âge de onze ans, il y remplissait les humbles fonctions d'apprenti. Pour comble d'infortune, il fut atteint de la petite vérole, et cela d'une manière si violente qu'il resta boiteux. Plus tard, sa maladie s'aggrava tellement qu'on fut obligé de lui couper la jambe, ce qui le força d'abandonner le tour du potier.

C'est à ce malheureux événement que Wedgwood dut sa fortune. S'il avait conservé sa jambe, il fût resté simple potier, et fût devenu tout au plus un artiste distingué. La perte d'un membre changea la nature



Fig. 211, 212. — Pot à crème et théière en faience de Wedgwood (*cream colour*).

de ses occupations. Il se mit à étudier, il fut son propre maître et s'adonna surtout au dessin d'ornementation. Il se livra ensuite à des recherches scientifiques qui lui permirent bientôt, en mêlant des oxydes métalliques à plusieurs espèces de terres, d'imiter les agates, les jaspes et autres pierres précieuses. Il fit, avec ces compositions artificielles, des manches de couteau qui furent bientôt recherchés par les couteliers de Sheffield et de Birmingham. Les bénéfices qu'il retira de cette petite industrie lui permirent d'agrandir le cercle de ses opérations.

Josiah Wedgwood eut successivement deux associés. Il ne commença à travailler seul qu'en 1760, dans une petite manufacture couverte en chaume, selon l'usage de cette époque. Il y fit surtout du grès, que l'on nommait alors *écaille de tortue*. Ses pièces qui représentaient des melons et des choux-fleurs eurent surtout un grand succès. Wedgwood créa bientôt une deuxième manufacture, dans laquelle il joignit à la fabrication précédente celle de la poterie de grès-cérame blanc. Peu de temps après il ouvrit un troisième établissement, où il fonda une plus grande usine, qui prit le nom de *Bell-Works* (travaux à la cloche) à cause de la cloche qui était employée pour l'appel des ouvriers.

Les pièces sorties de *Bell-Works* commencèrent à établir d'une manière solide la réputation de Wedgwood. C'était une poterie *couleur de crème* (*cream-colour*) faite avec un vernis plombifère préalablement fondu ou fritté. Les terres les plus blanches des comtés de Devon et de Dorset, mêlées au silex, composaient la pâte de cette poterie.

Quelques pièces en *cream-colour* ayant été offertes par Wedgwood à la reine, celle-ci commanda un service de table complet, et lui accorda le titre de fournisseur de la couronne. Toutes les poteries en *couleur de crème* furent alors désignées en Angleterre sous le nom de *Poteries de la reine*.

La fortune de Wedgwood était désormais assurée. Par un travail incessant, il s'était assimilé toutes les connaissances de la chi-

mie de son temps. Il avait étudié l'histoire et la littérature. Celui qui avait commencé par être un potier illettré, écrivit quelques articles remarquables dans les *Philosophical Transactions*. Cependant il revenait toujours à la céramique; il appliquait ses connaissances à l'amélioration de ses pâtes et de ses vernis et à celle de ses couleurs.

En deux ans, de 1760 à 1762, Wedgwood créa six nouveaux produits céramiques qui excitèrent l'admiration des connaisseurs. En même temps, bien qu'il fît des exportations considérables sur le continent, il ouvrit un vaste magasin à Londres, dans un magnifique hôtel de Saint-James Square, le plus opulent quartier de la métropole.

Tout, du reste, souriait à Wedgwood. Il obtint les priviléges nécessaires pour creuser un canal de la Trent à la Mersey. Cette entreprise, qui fut un bienfait pour toute la contrée, présentait pour lui-même de grands avantages, parce qu'elle facilitait l'arrivage des matières premières dans ses usines et le départ des produits fabriqués.

C'est pour se mettre plus à portée du nouveau canal qu'il quitta Burslem et s'établit un peu plus loin. Il fonda là tout un centre d'usines et d'habitations, qui reçut le nom d'*Etruria*. Ce nom fut choisi par Wedgwood, à cause de la terre qu'on y exploitait et qui offrait une grande analogie avec la pâte des poteries étrusques. D'autres disent que ce nom fut donné à ce village industriel en souvenir du succès avec lequel furent accueillies les imitations de la poterie étrusque qu'on y fabriquait.

Entrer dans des détails sur les productions céramiques si nombreuses et si différentes de Wedgwood, nous entraînerait trop loin. Nous nous contenterons de représenter quelqu'une de ses œuvres et de résumer le catalogue, rédigé par lui-même, de tous les genres que sa manufacture produisait vers la fin du XVIIIe siècle.

Nous représentons (fig. 212 et 213), comme spécimen du genre le plus caractéristique des poteries de Wedgwood, un pot à crème et une théière en *cream colour* qui font partie de la collection de M. Marryat.

Quant au catalogue des produits, en voici le titre, qui est assez explicite.

« Catalogue de camées, intaglies (1), médailles, bas-reliefs, bustes et petites statues; accompagné d'une description générale de diverses tablettes, vases, écritoires et autres articles, tant utiles que purement agréables : le tout fabriqué en porcelaine (2) et terre cuite de différentes espèces, principalement d'après l'antique et aussi d'après quelques-uns des plus beaux modèles des artistes modernes, par *Josiah Wedgwood*, membre de la Société royale et de celle des Antiquaires de Londres et manufacturier de la Reine, ainsi que de leurs Altesses royales, le duc d'York et d'Albany, et le prince Guillaume-Henri.

« Dont la vente est perpétuellement ouverte en son magasin dans Green-Street, Soho à Londres, et à sa manufacture, à Étruria, dans le comté de Stafford. »

Ce catalogue paraît bien vaste, et cependant qu'on ne croie pas que ce fût là une vaine énumération destinée à éblouir l'acheteur. La réalité atteignait, si elle ne les dépassait pas, les indications. Ainsi, pour les bustes et statues seulement, Wedgwood avait créé :

Pour les rois et personnages illustres d'Asie, d'Égypte et de Grèce, 108 numéros, c'est-à-dire 108 modèles différents;

Pour l'histoire romaine, depuis la fondation de Rome jusqu'au siècle d'Auguste, 60 numéros;

Portraits d'illustres romains : 45 numéros;

Les 12 Césars et autant d'impératrices;

Les 52 empereurs romains jusqu'à Constantin;

Les 253 portraits de tous les papes;

(1) Les *intaglies* sont des pierres précieuses gravées en creux.

(2) Il s'agit des *faïences fines* de Wedgwood, que les Anglais désignent sous le nom de porcelaines.

Les 36 rois d'Angleterre et les 67 rois de France ;

Enfin 228 portraits d'illustres modernes, et 130 bustes, petites statuettes, animaux, etc.

Wedgwood n'épargnait aucuns frais pour avoir des modèles artistiques. Flaxman, le grand peintre anglais, lui donnait volontiers son concours.

La matière que Wedgwood nommait



Fig. 213. — Théière en faïence anglaise à dessins obtenus par l'impression.

jaspe est le résultat d'une des belles découvertes de ce céramiste. Elle présente à l'œil un biscuit blanc ressemblant à de la porcelaine, et est remarquable surtout en ce qu'elle peut être colorée dans toute sa masse, comme le verre, par le mélange d'oxydes métalliques.

En 1750, John Sadler et Green avaient trouvé l'art de décorer la faïence par l'*impression*, c'est-à-dire en décalquant l'encre d'une gravure sur la pâte de la poterie. Ils n'avaient pas pris de brevet, dans la conviction que leurs intérêts seraient mieux sauvegardés par le mystère dont ils s'entouraient. Wedgwood, ayant appris les excellents résultats qu'ils obtenaient par leur impression sur faïence, s'entendit avec eux pour l'ornementation de ses produits. Wedgwood envoyait ses faïences de Burslem à Liverpool, où elles recevaient les impressions indiquées; puis elles revenaient de Liverpool à Burslem.

M. Marryat, donne dans son ouvrage le dessin d'une théière imprimée par le procédé Sadler-Green. Nous représentons ici (fig. 213) cette poterie à dessins obtenus par l'impression.

Le procédé qui consiste à décorer les faïences de dessins en noir au moyen de lithographies ou d'impressions sur papier, dont on décalque les caractères sur la poterie et que l'on fixe ensuite sur la pièce par la cuisson, est aujourd'hui fort employé, tant en Angleterre qu'en France. Les assiettes communes qui portent des dessins, des scènes, des caricatures, des vues, etc., etc. en traits noirs, sont décorées par ce procédé économique.

Nous ne devons pas omettre de dire que Wedgwood est l'inventeur du *pyromètre* qui est destiné à mesurer les hautes températures des fours à poteries. Cet instrument est fondé sur la propriété qu'ont les pâtes argileuses de diminuer de volume par la cuisson. Il fait connaître la température d'un four promptement et commodément. Il suffit de retirer du four des petits cylindres d'argile qu'on y avait placés d'avance, et d'en mesurer la diminution sur une échelle disposée dans ce but.

Depuis Wedgwood, on a remplacé l'argile dans la construction du pyromètre par le platine, parce que c'est le métal qui résiste le mieux à la haute température de la plupart des fours de poterie. Seulement, c'est par la dilatation que se mesurent les degrés de chaleur des fours avec le pyromètre de platine.

Wedgwood fut une des plus grandes personnalités manufacturières de l'Angleterre. Il imprima à l'industrie céramique une impulsion qui s'y fait encore sentir. Lorsqu'il mourut, à l'âge de soixante-cinq ans, le 3 janvier 1795, il fut regretté de tous ses

contemporains, et laissa la réputation d'un savant, d'un industriel habile et d'un homme de bien. Un monument a été érigé à sa mémoire, dans l'église de Stoke-upon-

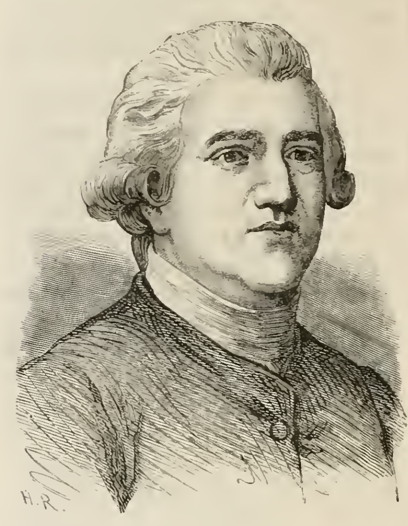


Fig. 214. — Wedgwood.

Trent. On y voit le buste de Wedgwood sculpté sur une plaque de marbre, et entouré de quelques-unes de ses plus belles productions, entre autres du vase de Portland et d'un vase étrusque.

CHAPITRE XXII

LA PORCELAINE DE LA CHINE. — L'ANCIENNE CIVILISATION CHINOISE. — POTIERS DEVENUS EMPEREURS. — ÉPOQUE DE LA DÉCOUVERTE DE LA PORCELAINE. — CONTROVERSES A CE SUJET. — DÉFINITION DE LA PORCELAINE. — ÉTYMOLOGIES DIVERSES. — ÉTABLISSEMENT D'UN GRAND NOMBRE DE MANUFACTURES DE PORCELAINE EN CHINE. — LA PORCELAINE *bleu de ciel après la pluie*. — CAPRICES DES EMPEREURS. — LA LÉGENDE DU POUSSAH. — LE CRAQUELÉ. — LES CINQ PORCELAINES ANTIQUES LES PLUS ESTIMÉES. — LA TOUR DE NANKIN. — LA CONTREFAÇON DES PORCELAINES EN CHINE. — UN CONTREFACTEUR HABILE. — DÉCOUVERTE ET INTRODUCTION DU BLEU DE COBALT DANS LA PEINTURE SUR PORCELAINE EN CHINE.

Quand on étudie l'ancienne civilisation chinoise, on est frappé de voir les sciences et les arts portés chez les Chinois à un degré remarquable d'avancement pendant que la vie sauvage et nomade existait encore chez les peuples qui étaient leurs contemporains. On est étonné d'apprendre que 3468 ans avant l'ère chrétienne, l'empereur *Fou-hi* fondait une société régulière, établissait un code de lois civiles et religieuses, et trouvait encore le temps de favoriser l'essor de différentes inventions utiles.

Si nous descendons de huit siècles, c'est-à-dire vers l'an 2698 avant Jésus-Christ, les annales chinoises nous montrent leur saint empereur *Hoang-ti*, sous le règne duquel on place l'invention des bateaux, de la boussole, de la monnaie, etc., et, ce qui nous fait rentrer dans notre sujet, à qui l'on attribue l'invention de la poterie, ou du moins le mérite d'avoir encouragé les premiers essais céramiques d'un potier nommé *Kouen*.

Ce qui est certain, c'est que sous le règne de *Hoang-ti*, en 2698, il y avait un *intendant des poteries*, dont les annales chinoises ont conservé le nom. Cet intendant des poteries se nommait *Ning-fong-tse*.

Évidemment, ces premières poteries n'étaient pas de la porcelaine, mais ce que l'on peut affirmer, c'est que bientôt les produits céramiques durent acquérir un certain perfectionnement, puisque le tour du potier a été employé en Chine au moins huit siècles avant son introduction en Grèce, et que les pièces rondes de la céramique chinoise la plus ancienne ont été faites au tour.

Descendons encore de quatre siècles, et nous trouverons un potier qui porte le diadème impérial. Le potier *Chun* monte sur le trône en l'an 2255 avant J.-C. Les annales chinoises ne nous apprennent pas si c'est la

perfection de ses produits céramiques qui lui avait valu la dignité impériale, ou s'il se livrait par goût à ce travail. Mais ce qu'elles constatent, c'est que *Chun* fabriquait ses poteries dans un lieu voisin du district actuel de *Thing-thao*, dans la province de *Chan-tong* (Canton).

Le P. d'Entrecolles, supérieur des missionnaires en Chine, dont nous aurons à parler plusieurs fois, disait que de son temps (en 1712), les Chinois payaient encore des sommes très-considérables pour des ustensiles ayant appartenu à *Chun* et à *Yas*, deux de leurs plus anciens empereurs, qui, tous les deux, avaient exercé l'art du potier. Les auteurs chinois sont unanimement d'avis que les vases de terre cuite ont pris naissance sous le règne de l'empereur *Chun*, et que ce sont les mêmes vases que, jusqu'aux dynasties des *Thsin* et des *Han* (249-202 avant J.-C.), on a continué à appeler *Pi-khi* (vases de poterie).

« Depuis l'an 2255 jusqu'à la dynastie des Han (202 avant J.-C.), dit M. Stanislas Julien, les Chinois ne connaissaient que les vases en terre cuite, et la porcelaine n'était pas encore inventée. Ce fut seulement sous *Han* que *la porcelaine prit naissance* dans le pays de *Sin-ping*..... Il s'ensuit qu'on peut en placer l'invention entre les années 185 *avant* et 87 après J.-C. (1). »

Cette affirmation si décisive de M. Stanislas Julien n'est pas généralement acceptée. Nous avons parlé au commencement de cette Notice, des fameuses bouteilles en porcelaine de Rosellini et Wilkinson, trouvées dans les tombeaux de Thèbes (2) et auxquelles on attribuait une origine remontant à dix-huit siècles avant J.-C. Mais nous avons ajouté que M. Julien avait démontré d'une manière péremptoire, par les inscriptions placées sur ces flacons, qu'ils ne peuvent guère remonter plus haut que le VIIIe siècle de l'ère chrétienne. Nous avons dit enfin, ce que les investigations faites depuis ont prouvé, que M. Rosellini avait été victime d'une mystification de la part des Arabes qui lui avaient vendu ces bouteilles, lesquelles sont toutes modernes et aujourd'hui d'une fabrication courante.

Il est d'ailleurs facile d'expliquer l'erreur de ceux qui ont avancé que la porcelaine chinoise remonte jusqu'à 2000 ans avant J.-C. La fabrication des terres cuites, qui existait depuis si longtemps en Chine, a dû subir des perfectionnements successifs. Il se peut que du kaolin ait été mêlé accidentellement dans la pâte, et que les produits obtenus aient été plus ou moins translucides. Plus tard on aura donné en Chine le nom chinois équivalent à celui de *porcelaine* à toutes les terres cuites, qu'elles fussent translucides ou non. C'est là, d'ailleurs, ce qu'on a vu en Europe. A l'époque de la renaissance italienne, les poteries vernissées s'appelaient *porcelaines*, et Passori nous dit qu'au moment où l'on connut la porcelaine, les *majoliques* perdirent leur premier nom, pour prendre celui de *porcelaines*.

On peut donc admettre qu'il y a eu des pseudo-porcelaines en Chine; mais il faut admettre aussi avec M. Stanislas Julien, que la *véritable* porcelaine n'a été découverte en Chine, dans le pays de *Sin-ping*, qu'entre les années 185 avant J.-C. et 87 de notre ère.

Le moment est arrivé de dire ce qu'il faut entendre par *véritable porcelaine*.

« La véritable porcelaine dure ou chinoise est caractérisée, dit Alexandre Brongniart, par une pâte fine, dure, *translucide* et une *glaçure* dure, terreuse, nommée couverte. La pâte est essentiellement composée de deux éléments principaux : l'un argileux, infusible, c'est le *kaolin*, ou seul, ou associé soit avec de l'argile plastique, soit avec la magnésie; l'autre, aride, fusible, est donné par le feldspath ou d'autres minéraux précieux, tels que le sable siliceux,

(1) *Histoire et fabrication de la porcelaine chinoise*, ouvrage traduit du chinois, par M. Stanislas Julien, in-8°, Paris, 1856, page XX. (Préface du traducteur.)

(2) Page 174.

la craie, le gypse, ou pris séparément, ou réunis ensemble de diverses manières. La glaçure nommée *couverte* consiste en feldspath quartzeux tantôt seul, tantôt mêlé avec du gypse, mais toujours sans plomb ni étain. »

Telle est la définition de la *véritable porcelaine dure*, ou *chinoise*, donnée par Alex. Brongniart dans son *Traité des arts céramiques*. Occupons-nous maintenant de l'étymologie du mot porcelaine.

En Chine, la porcelaine porte différents noms, dont aucun n'a la moindre analogie avec l'appellation usitée chez les nations de l'Europe moderne. Elle s'appela *tao*, jusqu'à l'époque des *Tang*, où l'on commença à l'appeler *yao*. On rencontre ensuite dans les auteurs les noms de *Tse-ki*. Le nom de ce même produit est en mantchou, *yehere*, en japonais *Jakimone-no*, en arabe *sauni*, en sanscrit de l'Inde, *pignanan*, en turc *tehien fagforin*, en grec moderne *farfoucé*, enfin en russe *farfor* ou *pharphes*.

En anglais, on dit indifféremment *china* ou *porcelaine*, en allemand *porzellan*, en hollandais *porselein*, en portugais *porcellana* ou *porcelana*, en italien *porcelana*.

D'où vient ce nom, qui est le même, on le voit, chez les Français, les Anglais, les Allemands, les Hollandais, les Portugais, les Italiens, et chez d'autres peuples encore? Cette question a donné lieu à de nombreuses dissertations.

Dans plusieurs langues, c'est le même mot qui sert à indiquer la porcelaine et un végétal, le *pourpier*, ou du moins la fleur du pourpier, qui est d'un rouge pourpre, comme l'était autrefois la porcelaine de la Chine. On a inféré de là, que le nom du produit céramique pouvait avoir pour origine la couleur de la fleur.

D'autres prétendent que le mot porcelaine a été emprunté à la belle coquille d'un mollusque du genre *cypræa*, qui portait chez les Romains le nom de *porcella*, et qui porte aujourd'hui le même nom de *porcelaine*. Alexandre Brongniart trouve cette étymologie vraisemblable, car, dit-il, aucun corps naturel ne ressemble plus à la porcelaine par son éclat, sa couleur blanche, dans quelques cas, et les couleurs brillantes dont elle est ornée.

MM. Jacquemart et Blant, auteurs d'une *Histoire de la porcelaine* (1) qui mérite peu ce nom, attendu que la partie historique y est presque nulle, et que tout se réduit, dans ce long ouvrage, à des considérations esthétiques et philosophiques sur les poteries orientales, MM. Jacquemart et Blant admettent une autre étymologie. C'est l'opinion de ces derniers auteurs que nous acceptons, car elle est simple, naturelle, et admise par des écrivains d'une grande érudition.

Les Portugais sont les premiers navigateurs et les premiers commerçants qui aient introduit en Europe les productions des Indes orientales. Or, en portugais, le mot *porcellana* (ou plutôt *porcelana*) désigne la vaisselle. On peut donc supposer que le nom sous lequel les Portugais désignèrent les poteries qu'ils apportaient de la Chine, fut adopté partout, et qu'à partir de ce moment, les porcelaines orientales, ou leurs imitations diverses, gardèrent la dénomination portugaise.

Cette étymologie est admise par le P. d'Entrecolles. Le savant jésuite se borne à faire observer que le mot *porcellana* signifie une tasse ou une écuelle. Cambers, Passeri, adoptent purement et simplement cette même étymologie, basée sur un fait commercial qui se reproduit chaque jour sous nos yeux.

Après cette digression sur l'origine du mot porcelaine, revenons à l'histoire de cette matière en Chine.

C'est, avons-nous dit, vers l'an 185 avant Jésus-Christ, que fut accomplie en Chine la découverte de la porcelaine. Deux siècles après, c'est-à-dire en l'an 27 après J.-C., une

(1) Un vol. grand in-8°, Paris, 1862, avec planches sur acier.

colonie partit de la presqu'île de Corée, et alla fonder au Japon une fabrique de porcelaine de Chine. Nous raconterons, dans un chapitre spécial, les développements que reçut au Japon la fabrication de la porcelaine. Nous continuons ici notre sujet principal.

Pendant un grand nombre d'années, aucun progrès n'est signalé en Chine dans la fabrication de la porcelaine. De l'an 220 à l'an 419 après J.-C., elle prend un certain développement, bien qu'on ne cite encore aucun ouvrier distingué, aucune pièce remarquable, sous le rapport de la matière, de la forme ni de l'exécution. Tout ce que l'on sait, c'est que la porcelaine chinoise de cette époque était de couleur bleue et s'appelait *Lieou-li.*

Entre les années 581 et 618 après J.-C., apparaît la porcelaine verte, *Lou-tse*, qui remplace le *Lieou-li;* c'était une sorte de pâte de verre dont la composition était perdue.

En 583, un décret spécial ordonne aux fabricants du pays appelé aujourd'hui *King-te-chin*, de faire de la porcelaine pour l'usage de l'empereur, et de la lui apporter dans une de ses capitales.

La ville de *King-te-chin* était devenue le centre le plus important des manufactures de porcelaine de la Chine, et nous donnerons plus loin des détails intéressants sur cette localité (1).

Presque simultanément, c'est-à-dire à la fin du VIe siècle, des fabriques s'établirent à *Tchang-nan.* Les porcelaines qu'on y produisait acquirent promptement une grande réputation. Cette ville est encore aujourd'hui le siége d'une manufacture impériale.

En 621, on signale un potier habile, *Thao-Yu*, dont les porcelaines à fond blanc étaient brillantes comme le jade. Ce potier fut chargé de fabriquer des vases pour l'empereur.

Vers 960, apparaissent les premières porcelaines nommées *bleu du ciel après la pluie* (Yu-Kouo-Thien-Tsing). Voici l'origine de la singulière dénomination donnée à ce genre de porcelaines, qui sont d'ailleurs très-remarquables, et qui ont été souvent contrefaites.

Un fabricant ayant demandé, par une pétition, à l'empereur, de lui indiquer un modèle pour des vases qu'il désirait lui offrir, l'empereur fit répondre qu'il voulait que cette porcelaine eût la couleur *bleu de ciel qu'on aperçoit après la pluie dans l'intervalle des nuages.*

L'artiste remplit ce programme avec le plus grand bonheur. « Ces porcelaines étaient, dit un auteur, bleues comme le ciel, brillantes comme un miroir, minces comme du papier, sonores comme un *Khing* (instrument de musique), polies et luisantes; et elles se distinguaient autant par la finesse des veines ou de la craquelure, que par la beauté de la couleur (1). »

Ce désir bizarre de l'empereur, demandant pour la porcelaine la couleur *bleu de ciel après la pluie*, n'était pas la manifestation d'un fait isolé. Tous les empereurs, ou du moins beaucoup d'entre eux, désiraient avoir leur porcelaine spéciale, et lorsqu'ils avaient épuisé la gamme des couleurs naturelles, ils voulaient en créer de nouvelles, d'après le caprice de leur fantaisie.

Quelquefois ils commandaient des objets d'une forme ou d'une nature telles que les fabricants ne pouvaient parvenir à les exécuter. Un empereur ordonna, par exemple, qu'on fît pour le portique d'une galerie de son palais, des plaques de porcelaine hautes d'un mètre, larges de 80 centimètres et d'une épaisseur de 15 centimètres. La fabri-

(1) Dans la dernière des grandes insurrections dont la Chine a été le théâtre, les insurgés ont complétement dévasté les manufactures de *King-te-chin.*

(1) Stanislas Julien, *Histoire et fabrication de la porcelaine chinoise*, page XXVIII. (Préface du traducteur.)



Fig. 215. — Le Poussah (dieu du contentement), figure en porcelaine de Chine.

cation de plaques de cette dimension ayant été reconnue impossible, les mandarins de la province où se trouvent les manufactures de *King-te-tchin*, durent adresser à l'empereur une pétition pour le supplier de ne pas donner suite à ces désirs.

Ceci nous amène à raconter une anecdote qui est passée à l'état de légende dans toutes les manufactures de porcelaine orientales.

Un empereur avait ordonné qu'on fît de la porcelaine d'une certaine forme, et les fabricants avaient représenté au mandarin chargé de l'exécution de cet ordre, que le désir du Fils du ciel était inexécutable. Cette réponse ne changea rien à la volonté de l'empereur, volonté qu'il exprima plus formellement encore, en réclamant l'accomplissement immédiat de ses ordres. Les fabricants déployèrent tous leurs talents, mais leurs efforts furent infructueux.

Le mandarin chargé de veiller à l'exécution des ordres de l'empereur, persista à vouloir les contraindre, en les menaçant de la bastonnade. Cette *ultima ratio* des fonctionnaires chinois fit entreprendre aux malheureux potiers de nouveaux essais, qui demeurèrent tout aussi infructueux que les précédents. Maîtres et ouvriers étaient remplis d'angoisse, par la crainte des mauvais traitements qui les attendaient. Enfin l'un d'eux, nommé *Poussah*, au comble du désespoir, s'élança dans la fournaise ardente, où son corps fut réduit en cendres.

Lorsque, le lendemain, on ouvrit le four,



Fig. 216. — Grand vase en porcelaine de Chine (du Musée du Louvre).

on trouva une porcelaine qui, sous le rapport de la cuisson, de la qualité de la pâte et de la beauté de la forme et des couleurs, répondait en tous points à celle que l'empereur avait commandée.

A partir de ce moment, *Poussah*, le martyr volontaire, reçut les honneurs divins, et s'éleva au rang du dieu tutélaire de la confrérie des potiers.

Les petites figurines que nous appelons en France des *magots*, qui représentent un personnage gros et trapu, et sont si communes dans toutes les collections, sont des images fidèles de *Poussah*, l'ouvrier martyr,

passé dieu et patron des potiers chinois.

Cette légende recueillie par nos missionnaires n'a pas de fondement réel. Les Chinois révèrent, en effet, un dieu qu'ils nomment *Poussah* ou *Pou-téa ;* mais ils n'entendent pas adorer en lui un simple potier qui se serait jeté dans un four pour activer la cuisson de sa porcelaine. Ce dieu de la religion chinoise est celui *du contentement et du bonheur*. On le représente (figure 215, page 288) sous la forme d'un vieillard obèse. Sa bouche est largement ouverte par un rire perpétuel ; sa robe qui enveloppe seulement les membres inférieurs, laisse le torse à découvert. Il y a loin de cette image réjouie et plantureuse à celle d'un homme que le désespoir pousse au martyre.

En parlant de la porcelaine *bleu de ciel après la pluie*, nous avons employé le mot *craquelure;* ce mot doit être expliqué. Voici ce que nous apprend à ce sujet Alexandre Brongniart.

« Quand il n'y a pas accord parfait entre la pâte et la couverte, si cette dernière est trop dure, elle paraît grenue ; si elle est trop fusible, elle pénètre dans la pâte ou coule vers la partie inférieure des pièces ; sa surface est, ou picotée comme la coquille d'un œuf, ou couverte de petits bouillons, ce qui la rend impropre à recevoir aucune dorure éclatante. Si la couverte n'est pas en rapport de dilatation avec la pâte, elle se fendille : on dit alors qu'elle est *tressaillée*, *craquelée* ou *truitée*. Mais lorsque par hasard cette tressaillure acquiert une sorte de *régularité*, qu'elle couvre la pièce de fissures croisées, à peu près également espacées, ce défaut difficile à faire naître devient une *curiosité*, une *rareté*, et est alors recherché comme une qualité. De là le prix qu'on met aux porcelaines *truitées* de la Chine. »

De tout temps, et pour toutes les productions céramiques, les Chinois ont attaché le plus grand prix à la *craquelure*. Ils étaient parvenus à produire régulièrement, méthodiquement, par un coup de main hardi, cet accident ou ce défaut. Ils obtenaient ainsi des porcelaines *craquelées* ou *truitées* à volonté, et faisaient même porter la craquelure sur telle partie de la porcelaine qui leur avait été désignée d'avance.

Nous ne suivrons pas M. Stanislas Julien dans la description qu'il fait des manufactures qui furent successivement établies dans les dix-huit provinces de l'empire chinois. Contentons-nous de dire que le nombre de ces manufactures s'éleva à soixante-dix. Nous ne croyonspas davantage devoir indiquer les différentes espèces de porcelaines, au nombre de trente-quatre, que produisaient ces manufactures (1). Nous nous bornerons à indiquer les cinq espèces de porcelaine antique qui étaient les plus recherchées, en dehors de celles de *King-te-tchin*.

La plus estiméede ces cinq espèces de porcelaine, est le *Tch'aï-Yao*, dont nous avons déjà parlé (*couleur du ciel après la pluie*). Le secret de sa fabrication est perdu depuis longtemps ; mais elle est tellement prisée que si l'on est assez heureux pour en trouver, même les plus petits fragments, on les porte dans les cheveux, dans les coiffures de cérémonie, ou autour du cou, en guise de collier.

La seconde espèce est la porcelaine de *Youeï-Yao*, faite sous la dynastie des Song (900-1279). Elle est d'un très-beau bleu. La porcelaine *truitée* de cette provenance est à *tressaillures* très-régulières et très-serrées.

La troisième espèce, dite *porcelaine des magistrats*, était d'un bleu foncé ou clair, avec une légère teinte rosée. Quelques-unes avaient des veines colorées comme les pattes d'une écrevisse. Les couleurs les plus estimées sont le *blanc de lune*, le bleu pâle et le vert foncé; plus tard le bleu foncé.

La porcelaine antique qui occupe le quatrième rang, est celle dite *Ko-Yao*, ou du *frère aîné*. Il y avait deux frères céramistes

(1) Livre Ier, *Examen des anciennes porcelaines*, pages 1-28.

du nom de *Tchang*. Les porcelaines du frère aîné étaient extrêmement minces, et tantôt de couleur pâle, tantôt de couleur foncée. Elles offraient beaucoup de veines brisées, et paraissaient avoir des fêlures cachées. On estimait surtout les porcelaines qui étaient couleur de riz et celles d'un bleu pâle.

Enfin la cinquième des porcelaines antiques les plus estimées, était celle de *Ting Yao*. Il y en avait de plusieurs espèces, savoir : 1° des porcelaines unies d'une blancheur éclatante; 2° avec des fleurs en relief; 3° avec des fleurs gravées en creux ; 4° avec des fleurs moulées; 5° avec des fleurs peintes. Le cachet dominant de cette dernière était la blancheur de l'émail et l'éclat du poli. Le corps du vase était blanc, et on le recouvrait d'émail.

Les cinq espèces de porcelaine que nous venons d'énumérer, sont devenues fort rares en Chine même, et il n'en existe guère d'échantillons dans les collections les plus complètes de l'Europe. Les Chinois poussent fort loin l'amour de ces porcelaines antiques, et ils font racheter en Europe celles qui, malgré toutes les précautions, ont pu franchir les frontières de l'empire. Il en est de même au Japon, où l'on paye aujourd'hui 7 à 8,000 francs un vase antique de porcelaine *truitée*.

Citons encore, pour mémoire, en négligeant les noms chinois : la porcelaine *de couleur cachée*, ainsi nommée parce qu'elle était fabriquée uniquement pour l'usage personnel de l'empereur, et qu'elle était cachée, pour ainsi dire, aux yeux du vulgaire; — les porcelaines à *bleu pâle de l'oignon*, — à couleur *brune de l'encre de la Chine*, — la porcelaine *coquille d'œuf*, etc., etc.

C'est ici qu'il convient de parler de la célèbre tour de porcelaine, monument céramique que l'on a cité de tout temps comme le plus extraordinaire qui soit jamais sorti, des mains industrieuses de l'homme.

La première tour de porcelaine fut bâtie à Nankin. Elle était à trois étages, et s'élevait au centre d'un couvent. Ce fut le roi *A-Yon* qui la fit construire, 833 ans avant J.-C. La tradition ajoute que le même roi en avait fait élever beaucoup d'autres dans le même pays.

Cette tour, ayant été détruite, fut rebâtie par *Kien-wen-ti* (375 ans après J.-C.). Le couvent et la tour avaient été reconstruits pour immortaliser les vertus de l'impératrice, mère de la dynastie des Ming, et pour témoigner la reconnaissance que le pays lui conservait pour les bienfaits, dans dont elle l'avait comblé. On scella les murs de la tour des reliques de Bouddha, découvertes un siècle auparavant.

Voici la description qu'a donnée un missionnaire, le père Lecomte :

« *Tour de porcelaine près de Nan-King*. Il y a hors de la ville, et non pas au dedans, comme quelques-uns l'ont écrit, un temple que les Chinois nomment le *Temple de la reconnaissance*... La salle ne prend jour que par ses portes; il y en a trois à l'orient, extrêmement grandes, par lesquelles on entre dans la fameuse tour dont je veux parler, et qui fait partie de ce temple. Cette tour est de figure octogone, large d'environ quarante pieds, de sorte que chaque face en a quinze. Elle est entourée par dehors d'un mur de même figure, éloigné de quinze pieds, et portant, à une médiocre hauteur, un toit de tuiles vernissées qui paraît naître du corps de la tour, et qui forme au-dessous une galerie assez propre. La tour a neuf étages, dont chacun est orné d'une corniche de trois pieds, à la naissance des fenêtres, et distingué par des toits semblables à celui de la galerie, à cela près qu'ils ont beaucoup moins de saillie, parce qu'ils ne sont pas soutenus d'un second mur; ils deviennent même beaucoup plus petits à mesure que la tour s'élève et se rétrécit.

« Le mur a au moins sur le rez-de-chaussée douze pieds d'épaisseur, et plus de huit et demi par le haut. Il est incrusté de porcelaine posée de champ ; la pluie et la poussière en ont diminué la beauté ; cependant il en reste encore assez pour juger que c'est en effet de la porcelaine, quoique grossière, car il y a apparence que la brique, depuis trois cents ans que cet ouvrage dure, n'aurait pas conservé le même éclat.

« L'escalier qu'on a pratiqué en dedans est petit

et incommode, parce que les degrés en sont extrêmement hauts; chaque étage est formé par de grosses poutres mises en travers, qui portent un plancher et qui forment une chambre dont le lambris est enrichi de diverses peintures... Les murailles des étages supérieurs sont percées d'une infinité de petites niches qu'on a remplies d'idoles en bas-relief, ce qui fait une espèce de marquetage très-propre : tout l'ouvrage est doré et paraît de marbre ou de pierre ciselée. Mais je crois que ce n'est en effet qu'une brique moulée et posée de champ, car les Chinois ont une adresse merveilleuse pour imprimer toutes sortes d'ornements dans leurs briques, dont la terre, extrêmement fine et bien passée, est plus propre que la nôtre à prendre les figures du moule.

« Le premier étage est le plus élevé; mais les autres ont la même hauteur entre eux; j'y ai compté cent quatre-vingt-dix marches, presque toutes de dix bons pouces, que je mesurai exactement, ce qui fait cent cinquante-huit pieds. Si on y joint la hauteur du massif, celle du neuvième étage qui n'a point de degrés et le couronnement, on trouvera que la tour est élevée sur le rez-de-chaussée de plus de deux cents pieds.

« Le comble n'est pas une des moindres beautés de cette tour; c'est un gros mât, qui prend au plancher du huitième étage, et qui s'élève plus de trente pieds en dehors. Il paraît engagé dans une large bande de fer de la même hauteur, tournée en volute et éloignée de plusieurs pieds de l'arbre, de sorte qu'elle forme en l'air une espèce de cône vide et percé à jour, sur la pointe duquel on a posé un globe doré d'une grosseur extraordinaire. Voilà ce que les Chinois appellent la « Tour de porcelaine ». Quoi qu'il en soit, c'est assurément l'ouvrage le mieux entendu, le plus solide et le plus magnifique qui soit dans l'Orient. Du haut de la tour on découvre presque toute la ville, et surtout la grande colline de l'observatoire qui est à une bonne lieue de là. »

Nous représentons ici (fig. 217) ce monument curieux.

La tour de Nankin, qui avait été reconstruite, comme nous l'avons dit, par un des empereurs de la dynastie des Ming, portait le nom de *Poa-en-ssi* (couvent de la reconnaissance). Sa construction avait duré dix-neuf ans. Les plaques de porcelaine émaillée dont elle était revêtue étaient de cinq couleurs : blanche, rouge, bleue, verte et brune. Sur une plaque incrustée dans les trous de la façade de la tour, on lisait: « Pour attester, pendant dix mille ans, la reconnaissance de son fondateur. »

Les vœux de l'auteur impérial de cette inscription ne seront pas remplis. Dans la grande insurrection chinoise, lorsque les *Tœppings* se sont approchés de Nankin, comme il arrive souvent dans les guerres civiles, où les monuments publics ne sont pas même respectés, non contents de jeter la tour par terre, ils l'ont mise en morceaux Il en reste aujourd'hui à peine quelques débris gisants sur le sol.

Nous allons arriver à l'introduction commerciale de la porcelaine de la Chine en Europe; mais nous devons auparavant nous arrêter sur une particularité qui a son importance pour les amateurs et les simples curieux. Dans la plupart des manufactures de la Chine, on se livre encore aujourd'hui à deux industries différentes : la fabrication de porcelaines nouvelles et la contrefaçon que, par euphémisme, on nomme imitation des porcelaines anciennes.

L'art de la contrefaçon a acquis, dans le Céleste Empire, une perfection inouïe, et cela depuis plusieurs siècles. Les amateurs chinois payent au poids de l'or des vases, des tasses, prétendus antiques, et qu'ils savent parfaitement être de fabrication récente; mais elles sont une reproduction si exacte du modèle, qu'on croit devoir rémunérer l'artiste pour le talent d'imitation qu'il a déployé.

M. Stanislas Julien, dans la préface de son *Histoire et fabrication de la porcelaine chinoise*, rapporte plusieurs exemples curieux du talent d'imitation des potiers chinois.

« Dans les périodes, *Long king* (1567-1572) et *Wanli* (1573-1619), un homme de *Ou-men*, dont le nom était *Tcheou-tan-ts'ionen* vint se fixer, dit M. Stanislas Julien, à *King-te-tching*, et se mit à y fabriquer de la porcelaine. C'était un des artistes les plus renommés de son temps. Il excellait surtout dans l'imitation des vases antiques. Dès qu'un vase était sorti de ses mains, tous les amateurs d'objets d'art se le disputaient à l'envi, et voulaient



Fig. 217. — La tour de porcelaine, à Nankin.

l'acheter à prix d'or. *Tcheou* avait un caractère original. Il se plaisait à porter lui-même ses porcelaines d'un endroit à l'autre, chez les antiquaires dont il connaissait le goût passionné. Les plus habiles connaisseurs y étaient pris. Il avait le talent d'imiter (en porcelaine) les trépieds, les cassolettes, les vases sacrés à figures d'animaux, à anses lanciformes, du temps de *Wen-wang*. Ils approchaient tellement de la vérité, que nul n'en savait faire la différence. De sorte qu'on ne regardait pas à mille onces d'argent (7,500 f.) pour en payer un seul. Aujourd'hui on en parle encore avec admiration. Il nous suffira de citer un exemple de son habileté merveilleuse.

« Un jour, il monta sur un bateau marchand de *Kin-tchong* et se rendit sur la rive droite du fleuve *Kiang*. Comme il passait à *Pi-ling*, il alla rendre visite à *Thang* qui avait la charge de *Thai-tch'ang* (président des sacrifices), et lui demanda la permission d'examiner à loisir un ancien trépied en porcelaine de *Ting*, qui était l'un des ornements de son cabinet. Avec la main, il en obtint la mesure exacte; puis il prit l'empreinte des veines du trépied à l'aide d'un papier qu'il serra dans sa manche, et se rendit sur-le-champ à *King-te-tchin*. Six mois après, il revint et fit une visite au seigneur *Thang*. Il tira alors de sa manche un trépied et lui dit : « Votre excellence possède un trépied-cassolette en porcelaine blanche de *Ting*, en voici un semblable que je possède aussi. » *Thang* fut rempli d'étonnement. Il le compara avec le trépied ancien, qu'il conservait précieusement, et n'y trouva pas un cheveu de différence. Il y appliqua le pied et le couvercle du sien

et reconnut qu'ils s'y adaptaient avec une admirable précision. *Thang* lui demanda alors d'où venait cette pièce remarquable. « Anciennement, lui dit *Tcheou*, vous ayant demandé la permission d'examiner votre trépied *à loisir*, j'en ai pris avec la main toutes les dimensions; je vous proteste que c'est une imitation du vôtre; je ne voudrais pas vous en imposer. »

« Le *Thai-tch'ang*, convaincu de la vérité de ces paroles, acheta au prix de quarante onces d'argent (300 fr.), ce trépied qui faisait son admiration et le plaça dans son musée, à côté du premier, comme si c'eût été un double.

« On rapporte que quelques années plus tard un collectionneur nommé Thou se prit à convoiter l'ancien trépied au point de ne plus penser à autre chose ni jour ni nuit. A force de supplications, il finit par obtenir au prix de mille onces d'argent, (7,500 fr.) le trépied imité tant convoité, puis il retourna plein de joie dans sa ville natale. »

Pour compléter l'histoire des progrès de l'industrie céramique chinoise, nous dirons que la période *Tching-te* du calendrier chinois (1506-1521) fut marquée par un événement important pour l'art de la décoration. Nous voulons parler de l'introduction du *bleu de cobalt*, que le gouvernement de la province du *Yun-nan* avait acheté à des marchands étrangers. Ce bleu de cobalt, qui, à poids égal, coûtait deux fois plus cher que l'or, fournissait d'admirables tons bleus pour la peinture sur porcelaine. C'est pour cette raison que les porcelaines à fleurs bleues de la période *Tching-te* sont, pour la plupart, d'une exquise beauté.

CHAPITRE XXIII

INTRODUCTION COMMERCIALE DE LA PORCELAINE DE LA CHINE EN ARABIE ET EN EUROPE. — SINGULIÈRES FABLES ACCEPTÉES EN EUROPE TOUCHANT LA COMPOSITION DE LA PORCELAINE ET SES PROPRIÉTÉS. — IMPORTANCE QU'ACQUIERT RAPIDEMENT LE COMMERCE DE LA PORCELAINE EN EUROPE. — LE PÈRE D'ENTRECOLLES. — DESCRIPTION DE LA VILLE DE KING-TE-TCHING. — DÉCADENCE ACTUELLE DE LA FABRICATION DE LA PORCELAINE EN CHINE.

On trouve dans la plupart des ouvrages relatifs à la porcelaine, que cette substance fut introduite en Europe par les Portugais, entre les années 1508 et 1518. Le fait est exact, si l'on parle de l'introduction commerciale, c'est-à-dire de l'importation de cette matière comme article de négoce; mais des porcelaines isolées avaient déjà pénétré en Europe et ailleurs, longtemps avant le XVIe siècle.

Un écrivain arabe, Soliman, fait mention de la porcelaine chinoise dès l'année 851. Dans un ouvrage intitulé *Impressions de voyages dans l'Inde et dans la Chine*, Soliman s'exprime ainsi :

« On trouve en Chine une argile excessivement fine, dont on confectionne des vases qui ont la transparence du verre. On peut voir à travers l'eau le vase qui est fait de cette argile. »

On sait, d'ailleurs, qu'avant la fin du VIIIe siècle, les Arabes avaient créé jusqu'en Chine des établissements commerciaux. L'extension des établissements arabes en Chine fut même si grande que, vers le milieu du IXe siècle, il y avait à Canton un cadi arabe, pour rendre la justice à ses nationaux. Ce n'est donc pas trop s'aventurer que de soutenir que la porcelaine chinoise devait être connue des Arabes dès la fin du VIIIe siècle.

Parmi les présents que Saladin, le héros musulman de la troisième croisade, envoya en 1171, à Noureddin, calife de Syrie, on vit figurer un service de porcelaine chinoise, composé de quarante pièces.

Marco Polo, le premier voyageur européen qui ait pénétré en Chine, y séjourna vingt-six ans. Lorsqu'il fut revenu, en 1295, à Venise, son pays natal, il publia une relation de ses voyages qui fit une sensation immense en Europe. On n'accueillit pourtant ses récits qu'avec une certaine incrédulité. On le surnommait *Marco Milioni*. On reconnut plus tard que Marco Polo n'avait rien exagéré en parlant des richesses de l'empire du Milieu.

Voici ce qu'il disait au sujet de la porcelaine :

« La ville de Tingui n'a rien de remarquable, si ce n'est sa fabrication de vases et plats de porcelaine, dont la fabrication m'a été décrite de la manière suivante : on rassemble une certaine espèce de terre, tirée, comme les métaux, des mines, et on la laisse exposée au vent, à la pluie et au soleil durant trente à quarante ans, de sorte que les personnes qui en font la provision, ne la font que pour leurs enfants et descendants. Pendant tout ce temps la terre n'est pas remuée, et par cette longue conservation, elle s'affine et devient convenable au façonnage de tous les genres de vaisselle... Ensuite elle est peinte en couleurs diverses et cuite dans le four. Ainsi, ceux qui ramassent cette terre, la laissent à leurs fils et petits-fils. Beaucoup de marchandises faites de cette terre sont vendues dans la ville, où l'on peut acheter huit gobelets en porcelaine pour un sou de Venise. »

Le célèbre voyageur arabe, Ibn-Batoutah, dont nous avons parlé lorsque nous avons traité des faïences hispano-mauresques de Malaga, visita la Chine vers 1345. Dans l'ouvrage arabe qu'il publia et que nous avons cité à propos du vase de l'Allambrah, il décrit les poteries chinoises, comme les plus belles du monde, et il ajoute que cette porcelaine était importée jusqu'aux États Barbaresques. On peut conclure de là que la porcelaine dut pénétrer en Sicile, en Italie, en Espagne et enfin en France, non comme objet de négoce, mais à titre de curiosité.

Le père Jordanus, qui fut nommé, en 1330, à l'un des évêchés de l'Inde, rapporte ce qu'il avait appris de la Chine pendant un long séjour en Orient, et il ajoute : « Je n'ai pas appris autre chose digne de « relation, sinon que l'on y fabrique des « vases magnifiques ayant des propriétés par- « ticulières. »

La porcelaine était connue en France bien avant le XIVe siècle. Le roi Charles VII posséda plusieurs pièces d'un service de table en porcelaine chinoise. En 1447, Mathieu de Coucy, l'un de nos chroniqueurs français, rapporte le texte d'une lettre adressée au roi par le soudan d'Égypte ou de Babylone. C'était la réponse aux ouvertures diplomatiques qui avaient été faites à ce potentat par l'un des facteurs du célèbre négociant Jacques Cœur, pour favoriser le commerce français aux échelles du Levant. Cette réponse se termine ainsi :

« Si te mande par ledit ambassadeur, un présent, c'est à sçavoir du baume fin de nostre saincte vigne, un bel liépart, trois escuelles de pourcelaine de Sinant, deux grandz platz ouverts de pourcelaine, deux *touques* (1) verdes de pourcelaine, deux bouquetz (2) de pourcelaine, ung lavoir ès mains et un garde-manger de pourcelaine ouvré, une jatte de fin gingembre vert (3). »

C'est aux recherches de Vallet de Viriville que sont dus ces derniers renseignements.

Un demi-siècle nous sépare encore de l'époque à laquelle les Portugais vont introduire la porcelaine en Europe sur une grande échelle, et pourtant elle est déjà assez répandue. Elle est estimée à un assez haut prix en France, pour que sa possession constitue une véritable richesse. Dans les inventaires des maisons et châteaux de princes et des riches bourgeois, on mentionne la porcelaine aussi bien que les livres et les manuscrits. Les porcelaines chinoises sont souvent l'objet de stipulations dans les testaments.

Les Chinois, qui avaient le plus grand intérêt à égarer l'opinion publique sur la composition d'une matière qui leur valait de grands bénéfices, gardaient scrupuleusement le secret sur tout ce qui concernait la porcelaine. Ils cherchaient à tromper, par les contes les plus absurdes, ceux qui s'appliquaient à connaître sa fabrication. Les

(1) Les *touques* étaient des pièces de vaisselle de forme angulaire, probablement des bouts ou des coins de table. D'après Du Cange *touquet* dans le français du nord signifiait *coin*, *angle*.

(2) *Bouquetz*, bouteilles à anses, de *buttiens*, bouchet, bouquet.

(3) Manuscrit de la Bibliothèque de la Sorbonne (cité par Vallet de Viriville).

fables qu'ils contaient de parti pris, se répandaient ensuite en Europe, et étaient acceptées par les esprits les plus sérieux.

Ainsi, un célèbre médecin, italien Barbosa, contemporain de Scaliger, dit gravement que la porcelaine chinoise est fabriquée au moyen de coquilles marines et de coquilles d'œufs, qui doivent avoir été ensevelies dans la terre pendant quatre-vingts ou cent ans. Scaliger lui-même répéta cette absurdité.

Un savant jurisconsulte et antiquaire de Padoue, Guido Panciroli, écrivait vers 1595 :

« Dans l'antiquité, la porcelaine n'était pas connue, on la connaît aujourd'hui : c'est une pâte formée de gypse, de coques d'œufs écrasées, de carapaces de crevettes et d'autres matériaux, qui, étant bien malaxée, est mise en terre dans un endroit secret que le père montre à ses enfants; il y a tout intérêt à ce que personne ne le connaisse; elle y reste cachée pendant quatre-vingts ans; après ce temps les enfants ou les petits-enfants l'extraient. C'est seulement après l'avoir rendue fluide et ramenée à l'état maniable qu'ils la façonnent en vaisselles précieuses, très-belles à voir, tout à fait transparentes, de toute forme et de toute couleur, suivant leur désir. Ces vaisselles ont cette vertu que si quelque matière vénéneuse vient à y être versée, immédiatement elle se casse. Celui qui peut enfouir la pâte ne la retire jamais : il la laisse à ses descendants comme une richesse dont ils pourront tirer un grand gain. Ce trésor est plus précieux que l'or même; cependant on ne le retire guère dans son état naturel, il est presque toujours falsifié. »

Pour corroborer tout ce qu'a avancé Panciroli, son éditeur Salmati, renchérissant sur lui, ajoute que la porcelaine a la propriété de déceler et d'écarter les boissons vénéneuses.

« Panciroli a bien dit que les vaisselles de porcelaine ne supportent pas le poison, et Simon Simonius, médecin de Maximilien, roi de Pologne, archiduc d'Autriche, et médecin en chef du roi de Bohême, a confirmé cette observation dans une lettre qu'il adressait de Prague à Leipzig, avec une vaisselle de porcelaine à son beau-fils Frédéric Meyer. « Mon bien aimé parent, je vous envoie, dit « Simonius, un bol de porcelaine précieuse, qui fut « trouvée, entre autres choses, dans les coffres du pa- « cha de Bude, qui est actuellement captif à Vienne. « Les Turcs s'en servent pour boire et manger, parce « que l'on croit qu'elle découvre les poisons par le « changement soudain de sa transparence, et qu'elle « résiste à leur action. Je le tiens d'un capitaine il- « lustre, l'un de mes amis. Je ne l'aurais pas changé « pour un autre en argent du même poids, tellement « je suis certain de la valeur de cet objet. Ces quali- « tés sont d'autant plus probables qu'il était à l'usage « d'un général turc, d'une si grande célébrité. Pra- « gue, 12 février, année 1600. »

« J'hésite d'autant moins, ajoute Salmati, à placer ici cette lettre que lorsque je profitais à Leipzig de cet excellent parent que je viens de citer avec éloge, *j'ai touché ce bol de mes propres mains*, et l'ayant rempli de vin délicieux, je l'ai vidé encore et encore avec la plus vive satisfaction. »

François Bacon, l'illustre chancelier d'Angleterre, dans une plaidoirie qu'il prononça pour une question de succession, et qui est reproduite dans ses œuvres, s'exprime ainsi :

« Si nous avions en Angleterre, *comme il en existe en Chine*, des *couches de porcelaine*, formées d'une sorte de plâtre enseveli dans la terre, purifié par un long séjour souterrain, nous posséderions une espèce de mine artificielle. »

Ainsi, les meilleurs esprits de ce temps acceptaient et propageaient des fables ridicules touchant la porcelaine de la Chine et du Japon. Cependant cette poterie était déjà répandue et recherchée dans toutes les collections, et elle allait bientôt, sous l'impulsion active des Portugais et des Hollandais, devenir une branche importante du commerce européen.

Consignons ici quelques chiffres que groupent les auteurs de l'*Histoire de la porcelaine*, MM. Jacquemart et Blant.

En 1630, lorsque le sieur Wagenaar, ambassadeur des Provinces-Unies (Hollande) près les empereurs du Japon, se disposait à retourner à Batavia, il reçut 21,567 pièces de porcelaine blanche, « et un mois auparavant il en était venu à Desima une très-grande quantité, mais dont le débit ne fut pas grand, n'ayant pas assez de fleurs. »



Fig. 218. — Vase en porcelaine de Chine, avec personnages (de la collection de M. Demmin).

Onze bâtiments arrivés des Indes orientales en 1664, apportaient 44,943 pièces du Japon, fort rares; et onze autres navires partis de Batavia en décembre de la même année transportaient 16,580 pièces de porcelaine de diverses sortes.

Le mouvement ne se ralentit pas; car, le 4 octobre 1700, la compagnie des Indes françaises faisait vendre à Nantes le chargement de l'*Amphitrite*. Indépendamment des laques, il s'y trouvait « 167 barses ou caisse de porcelaine contenant urnes, jattes, bassins, aiguières, soucoupes, bassins à barbe, grands et petits plats, assiettes, pots à l'eau et à thé, bouteilles, tasses, verres, sucriers, salières, garniture de cheminée, modes et modèles et autres ouvrages de porcelaine très-fine. »

Le père de Fontenay, jésuite, qui revenait, après seize ans de séjour dans le Céleste Empire, sur le navire où étaient embarquées ces marchandises, apportait lui-même au roi, de la part de l'empereur de la Chine, de riches étoffes, de *très-belles porcelaines* et plusieurs pains de thé.

Le mouvement commercial auquel donnait lieu la porcelaine était donc immense, et pourtant la composition de cette matière précieuse restait toujours un secret impénétrable. Cependant les efforts n'avaient pas manqué pour essayer de pénétrer ce mystère industriel. Déjà, en 1555, la compagnie hollandaise des Indes avait essayé d'envoyer de Batavia une ambassade à Canton, et de là à Pékin. Cette ambassade avait été accueillie avec honneur par le Grand Khan; mais elle était revenue à Batavia, en 1557, sans avoir pu obtenir le moindre renseignement. « On tirerait plutôt de l'huile d'une enclume, disent les ambassadeurs dans leur rapport, que le moindre secret de la bouche d'un Chinois. Celui-là passerait pour un des plus grands criminels qui révélerait ce secret à un autre. »

Le secret si longtemps caché devait pourtant être découvert, la lumière devait se faire un jour sur ce mystère de l'industrie orientale. Ce fut un missionnaire français habitant la Chine qui eut l'insigne honneur de le révéler à l'Europe. François-Xavier d'Entrecolles, supérieur général des Jésuites français, fut le premier qui, dans ses *Lettres édifiantes*, transmit à la France des détails circonstanciés sur la fabrication de la porcelaine en Chine.

Le P. d'Entrecolles comptait parmi ses néophytes ou convertis au christianisme, dans la ville de *Yao-tcheou*, plusieurs Chinois qui travaillaient la porcelaine (1). D'autres de ses néophytes faisaient le commerce de la porcelaine. Le P. d'Entrecolles, mû par le désir d'être utile à sa patrie, réunit tous les documents qu'il put trouver sur la fabrication des porcelaines. Il observa beaucoup par lui-même, il obtint de ses adeptes chrétiens des informations nombreuses et précises. On lui permit de visiter les fabriques et il put, de cette manière, se procurer des échantillons des deux principaux matériaux employés, à savoir, le *Kao-lin* (argile) et le *pe-tun-tse* (feldspath). Dans une lettre datée de *Yao-tcheou*, le 1er septembre 1712, le P. d'Entrecolles fit une longue description de la manière dont les Chinois procèdent à la fabrication de la porcelaine. Il joignit à cette lettre tous les échantillons qu'il avait pu recueillir des pâtes, des minéraux, des moules, des combustibles et des produits fabriqués.

Nous ne reproduirons pas ici cette lettre qui n'a plus aucun intérêt à notre époque; mais nous ne pouvons nous dispenser d'emprunter au P. d'Entrecolles les détails si intéressants qu'il donne sur la ville de *King-te-tchin*, qui fut, pendant huit siècles, le siége de la manufacture impériale.

Cette ville est située dans le district de *Tseou-hang* (*province Kiang-tsi*). Comme nous l'avons dit, elle était déjà célèbre pour ses fabriques de porcelaine sous la dynastie de *Tchin* (577-588). C'est de 1004 à 1007 (dynastie des Song) qu'une fabrique impériale y fut établie pour la première fois. Sous les empereurs du Mogol (1260 à 1368) le gouverneur général de *Kiang-tse* fut nommé inspecteur de la porcelaine de *King-te-tchin*, et en 1369 un mandarin fut chargé par l'empereur de la direction de cette manufacture.

Voici maintenant les détails que fournit au sujet de cette ville industrielle de la Chine le père d'Entrecolles.

(1) M. Marryat fait remarquer qu'on voit dans la collection Karford deux jarres de porcelaine de Nankin couleur bleu et blanc, sur l'une desquelles est un Christ et sur l'autre la sainte Vierge et l'enfant Jésus. Ces figures avaient été peintes probablement de la main des Chinois convertis par le P. d'Entrecolles.

« Il ne manque à *King-te-tchin* qu'une enceinte de murailles pour mériter le nom de ville et pouvoir être comparé aux villes même les plus vastes et les plus peuplées de la Chine. Ces endroits, nommés *Tchin*, qui sont en petit nombre, mais qui sont d'un grand commerce, n'ont point coutume d'avoir d'enceinte, peut-être afin qu'on puisse les étendre et agrandir autant qu'on veut, peut-être aussi afin qu'on ait plus de facilité pour embarquer et débarquer les marchandises.

« On compte, à *King-te-tchin*, dix-huit mille familles. Il y a de gros marchands dont l'habitation occupe un vaste espace et contient une multitude prodigieuse d'ouvriers ; aussi l'on dit communément qu'il y a plus d'un million d'âmes. Au reste, *King-te-tchin* a une grande lieue de longueur sur le bord d'une belle rivière. Ce n'est point un amas de maisons comme on pourrait se l'imaginer ; les rues sont tirées au cordeau ; elles se coupent et se croisent à certaines distances ; tout le terrain y est occupé et les maisons n'y sont même que trop serrées et les rues trop étroites. En les traversant, on croit être au milieu d'une foire ; on entend de tous côtés les cris des portefaix qui se font faire passage.

« La dépense est bien plus considérable à *King-te-tchin* qu'à *Yao-tcheou*, parce qu'il faut faire [venir d'ailleurs tout ce qui s'y consomme et même le bois pour entretenir le feu des fourneaux. Cependant, malgré la cherté des vivres, *King-te-tchin* est l'asile d'une multitude de pauvres familles qui n'ont pas de quoi subsister dans les villes des environs. On trouve à y employer les jeunes gens et les personnes les moins robustes. Il n'y a pas même jusqu'aux aveugles et aux estropiés qui n'y gagnent leur vie à broyer des couleurs. Anciennement, dit l'histoire de *Feou-liang*, on ne comptait à *King-te-tchin* que trois cents fourneaux à porcelaine, mais présentement il y en a bien trois mille. Il n'est pas surprenant qu'on y voie souvent des incendies ; c'est pour cela que le génie du feu y a plusieurs temples. Le culte et les honneurs qu'on rend à ce génie ne diminuent pas le nombre des embrasements. Il y a peu de temps qu'il y eut huit cents maisons de brûlées. Elles ont dû être bientôt rétablies à en juger par la multitude des charpentiers et des maçons qui travaillaient dans ce quartier. Le profit qu'on tire du louage des boutiques rend le peuple chinois très-actif à réparer ces sortes de pertes.

« *King-te-tchin* est placé dans une vaste plaine environnée de hautes montagnes. Celle qui est à l'orient et contre laquelle il est adossé, forme en dehors une espèce de demi-cercle ; les montagnes qui sont à côté donnent issue à deux rivières qui se réunissent ; l'une est assez petite, mais l'autre est fort grande et forme un beau port de près d'une lieue, dans un vaste bassin où elle perd beaucoup de sa rapidité.

« On voit quelquefois dans ce vaste espace jusqu'à deux ou trois rangs de barques à la queue les unes des autres. Tel est le spectacle qui se présente à la vue lorsqu'on entre par une des gorges dans le port. Des tourbillons de flammes et de fumée, qui s'élèvent en différents endroits, font d'abord remarquer l'étendue, la profondeur et les contours de *King-te-tchin* ; à l'entrée de la nuit, on croit voir une vaste ville toute en feu, ou bien une immense fournaise qui a plusieurs soupiraux. Peut-être que cette enceinte de montagnes forme une situation propre aux ouvrages de porcelaine.

« On sera étonné qu'un lieu si peuplé, où il y a tant de richesses, où une infinité de barques abondent tous les jours et qui n'est point fermé de murailles, soit cependant gouverné par un seul mandarin sans qu'il y arrive le moindre désordre. A la vérité, *King-te-tchin* n'est qu'à une lieue (du district) de *Feou-liang* et à dix-huit lieues de *Yao-tcheou*, mais il faut avouer que la police y est admirable. Chaque rue a un chef établi par le mandarin, et si elle est un peu longue, elle en a plusieurs. Chaque chef a dix subalternes qui répondent chacun de dix maisons. Ils doivent veiller au bon ordre, accourir au premier tumulte, l'apaiser et en donner avis au mandarin sous peine de la bastonnade qui se donne ici fort libéralement. Souvent même le chef du quartier a beau avertir du trouble qui vient d'arriver et assurer qu'il a mis tout en œuvre pour le calmer, on est toujours disposé à juger qu'il y a eu de sa faute, et il est difficile qu'il échappe au châtiment. Chaque rue a ses barricades qui se ferment pendant la nuit. Les grandes rues en ont plusieurs. Un homme du quartier veille à chaque barricade, et il n'oserait ouvrir qu'à certains signaux la porte de sa barrière. Outre cela, la ronde se fait souvent par le mandarin du lieu, et, de temps en temps, par des mandarins de *Feou-liang*. De plus, il n'est guère permis aux étrangers de coucher à *King-te-tchin*. Il faut, ou qu'ils passent la nuit dans leurs barques, ou qu'ils logent chez des gens de leur connaissance qui répondent de leur conduite. Cette police maintient tout dans l'ordre, et établit une sûreté entière dans un lieu dont les richesses réveilleraient la cupidité d'une infinité de voleurs. »

On voit que *King-te-tchin* était en pleine prospérité à l'époque où le P. d'Entrecolles en faisait une si brillante description. Cette prospérité se maintint encore pendant près d'un siècle ; mais, à mesure que l'Europe apprit à fabriquer elle-même la véritable porcelaine chinoise, ou *porcelaine dure*, et lorsque les artistes européens surent appliquer sur cette pâte céramique les décors les plus brillants et les plus variés, la por-

celaine chinoise commença à entrer dans une époque de décadence.

C'est surtout dans les industries artistiques qu'il est exact de dire que lorsqu'on ne progresse pas, on recule. Les Chinois n'ont pas



Fig. 219. — Vase en porcelaine blanche de Chine, avec un personnage peint sur chacune des quatre faces du vase (du Musée du Louvre).

le génie créateur ; ils n'ont que l'esprit d'imitation. Chez eux, du reste, l'organisation du travail s'oppose à tout perfectionnement, à tout progrès. Dans une autre lettre, le père d'Entrecolles nous apprend « que dans une fabrique l'un a soin uniquement de former le premier cercle coloré qu'on voit près des bords de la porcelaine, l'autre trace des fleurs, que peint un troisième. Celui-ci est pour les eaux et les montagnes ; celui-là, pour les oiseaux et les autres animaux. »

Cette excessive et abusive division du travail, qui donne d'excellents résultats dans les industries mécaniques (par exemple dans l'horlogerie, où chaque ouvrier fait toujours la même roue, ou le même engrenage), présente les plus graves inconvénients pour les productions artistiques. En effet, avec le morcellement excessif du travail de la porcelaine chinoise, l'individualisme disparaissait complétement ; il n'y avait plus d'artiste, l'homme n'était qu'une machine qui donnait toujours le même produit. Le moindre perfectionnement ne pouvait surgir, parce que l'idée de l'ensemble demeurait cachée à tous les opérateurs.

A la décadence artistique de la céramique chinoise est venue s'ajouter, dans notre siècle, la destruction matérielle. Pendant les formidables insurrections qui ont amoncelé tant de ruines en Chine, les *Taepings* ont détruit les magnifiques établissements de *King-te-tchin*. Un grand nombre d'autres manufactures ont eu le même sort, et il n'est pas question, que nous sachions, de les relever. L'art de la fabrication de la porcelaine, qui a fait la gloire de l'*Empire du Milieu*, est donc aujourd'hui en pleine décadence dans ce pays.

CHAPITRE XXIV

LA PORCELAINE DU JAPON. — SON INTRODUCTION AU JAPON PAR UNE COLONIE CHINOISE. — L'ATHLÈTE CÉRAMIQUE. — PROGRÈS DES MANUFACTURES DE PORCELAINE AU JAPON. — DIFFÉRENCE ENTRE LES PORCELAINES DU JAPON ET CELLES DE LA CHINE. — UNE LÉGENDE. — LES PORCELAINES ORIENTALES A INSCRIPTIONS EUROPÉENNES. — L'AMBASSADEUR HOLLANDAIS CÉRAMISTE. — UN RÉGIMENT DE DRAGONS ÉCHANGÉ CONTRE UNE COLLECTION DE PORCELAINES. — LA PORCELAINE DE LA PRESQU'ILE DE CORÉE. — LA PORCELAINE DES INDES. — LA CÉRAMIQUE DES PERSANS.

C'est en l'an 27 avant J.-C. que la porcelaine de la Chine fut introduite au Japon. En effet, d'après les chroniques japonaises traduites par le docteur Hoffmann, et rapportées dans son *Mémoire sur les princi-*



Fig. 220. — Théière en porcelaine du Japon (de la collection de M. Demmin).

pales fabriques de porcelaine au Japon, inséré dans l'ouvrage de M. Stanislas Julien : *Histoire et fabrication de la porcelaine chinoise*(1), ce fut en cette année que la suite d'un prince de Sin-ra, ancien État de la presqu'île de Corée, vint s'établir au Japon, et fonda la première corporation des fabricants de porcelaine. Ce fut aussi au Japon que se réfugia la race de Chin-han, qui occupait alors la partie sud-est de la presqu'île de Corée, et qui descendait, selon la tradition, de la dynastie T'sin, qui fut expulsée par la dynastie des Han, 203 ans avant Jesus-Christ.

(1) Page 278.

L'art de fabriquer la porcelaine, art chinois d'origine, arriva donc au Japon par la Corée. Il fut pour le Japon un élément de civilisation et de progrès industriel. Cependant, tout en se répandant dans plusieurs provinces, il se perfectionna peu. La porcelaine chinoise, qui s'importait toujours au Japon, surpassait sa jeune rivale.

Déjà, à une époque presque contemporaine de l'arrivée de la tribu coréenne, un athlète du nom de *Nomino-Soukoune*, habitant l'île de Nippon, faisait en faïence et en porcelaine des vases et surtout des figures humaines, pour les substituer aux esclaves, qu'il était d'usage jusqu'alors d'enterrer

avec leurs maîtres. C'était une belle et charitable application de la céramique. *Nomino-Soukoune* reçut, en récompense, l'autorisation de prendre un nom de famille, qui signifie, dans la langue coréenne, *fabricant*, *artiste*.

Vers 662 de l'ère chrétienne, un moine bouddhiste vulgarisa parmi les habitants de la province d'Idsonmi, le secret de la fabrication des poteries translucides, et deux cents ans après, la céramique comptait au Japon un grand nombre de manufactures.

Ce fut un fabricant japonais nommé *Katosiro Ouzemon*, qui dota l'industrie japonaise de perfectionnements remarquables. Accompagné d'un bonze, il se rendit en Chine, pour y étudier à fond tous les secrets de la fabrication céramique. A son retour, il put livrer au commerce des porcelaines très-remarquables. Notons, toutefois, que vers la fin du XVIIe siècle, un prince japonais appelait encore des ouvriers de la presqu'île de Corée, pour travailler dans les fabriques de porcelaine de *Fagni* (province de *Nagato*).

D'après le mémoire du docteur Hoffmann, les fabriques de porcelaine du Japon sont principalement situées dans la province de *Fizen*, où les matériaux et les terres argileuses nécessaires aux manufactures se trouvent en abondance. Ainsi, près d'*Imari*, sur le versant d'une montagne qui fournit le Kaolin dont sont faites les porcelaines, on trouve une agglomération de vingt-cinq villages, qui possèdent chacun au moins une ou deux fabriques de porcelaine.

Il existe des différences notables entre la porcelaine du Japon et celle de la Chine. Pour la porcelaine bleue, les dessins bleus exécutés dans les fabriques des environs de Nankin, paraissent être *à la surface* du vernis, tandis que ceux de la porcelaine du Japon semblent absorbés dans la pâte, *sous le vernis*. En général, la porcelaine japonaise est d'un blanc plus éclatant, la terre est d'une meilleure qualité, les dessins sont plus simples, les ornements moins chargés ; les dragons — car il y a toujours des dragons, aussi bien au Japon qu'en Chine — sont moins monstrueux et les fleurs dénotent plus de goût et sont plus correctes que celles de la porcelaine de Chine.

Ces porcelaines affectaient souvent la forme de ce que nous appelons des cafetières, mais elles étaient destinées à contenir d'autres liquides.

En résumé, la céramique japonaise est supérieure à celle de la Chine, bien qu'il y ait une grande ressemblance entre elles. On constate chez les artistes japonais plus de goût, plus de création. Et ceci ne doit pas étonner. Nous trouvons dans le rapport adressé à la Compagnie des Indes orientales des Provinces-Unies, par des ambassadeurs envoyés à l'empereur du Japon, les lignes suivantes, qui prouvent à quel point on recherchait au Japon, la perfection dans l'exécution, tandis qu'en Chine l'objectif était plutôt la rapidité de la fabrication industrielle.

« C'est l'ancienneté et l'adresse des maîtres qui ont fait ces pots, qui leur donnent le prix, et comme la pierre de touche parmi nos orfèvres fait connaître le prix et la valeur de l'or et de l'argent, de même pour ces pots, ils ont des maîtres qui jugent de ce qu'ils valent, selon l'antiquité, l'ouvrage, l'art ou la réputation de l'ouvrier, et c'est fort cher que le roi de Sungo acheta, il y a quelque temps, un de ces pots : quatorze mille ducats ; un Japonais chrétien de la ville de Sucei, paya, pour une semblable pièce composée de trois parties, quatorze cents ducats. »

Nous donnons (fig. 111, 112 et 113), différents spécimens de la porcelaine artistique japonaise.

Nous nous reprocherions de ne pas intercaler ici une légende qui a cours au Japon à propos d'une porcelaine particulière, les *vases à thé* si recherchés de l'île Mauri, c'est à l'ouvrage de Kæmpfer (1) que nous empruntons ces détails.

(1) *Histoire naturelle civile et ecclésiastique du Japon.* Amsterdam, 1732. Tome II.

« Les Japonais conservent la récolte du thé commun dans de grands vases de terre à orifice étroit; quant à la qualité supérieure destinée à l'empereur et aux princes, ils la renferment dans des vases murrhins ou de porcelaine, et surtout, s'ils peuvent s'en procurer, dans ces petits vases précieux et renommés par leur antiquité, qu'ils appellent *maats-uba*, pots véritables. On suppose que non-seulement ces vaisseaux conservent, mais qu'ils améliorent la qualité du thé, lequel augmente de valeur en raison du temps qu'il est demeurée nfermé. Le *ficki-tsace*, même réduit en poussière, y garde son arome pendant quelques mois; éventé, il y répand toute sa saveur. Aussi les grands personnages recherchent à tout prix cette sorte de vases, qui tiennent le premier rang parmi les ustensiles coûteux que le luxe a imaginés pour l'usage du thé. Leur célébrité m'engage à rapporter ici une légende qui n'a encore été consignée nulle part. Les *maats-uba* ont été faits d'une terre de la plus grande finesse à *Mauri-ga sima*, c'est-à-dire l'île Mauri, laquelle, à ce que l'on rapporte, a été entièrement détruite et submergée par les dieux, à cause des mœurs dissolues de ses habitants. Aujourd'hui, il n'en apparait d'autres vestiges que quelques rochers visibles à marée basse. Cette île était près de *Teyovaan* ou *Formose*, et sa place se désigne dans les cartes hydrographiques par des astérisques et des points qui indiquent un bas-fond semé de sables et d'écueils. Voici ce qu'en racontent les Chinois : *Mauri-ga-sima* était, au temps des anciens, une terre fertile où l'on trouvait, entre autres richesses, une argile admirable pour la fabrication des vases murrhins, que l'on appelle aujourd'hui : vases de porcelaine. De là, pour ses habitants, des trésors immenses et une dissolution sans bornes. Leurs vices et leur mépris de la religion irritèrent les dieux à tel point, qu'ils résolurent, par un décret irrévocable, de submerger *Mauri-ga-sima*. Un songe envoyé par le ciel révéla cette terrible sentence au chef de l'île nommé *Peiruun*, homme religieux et d'une vie sans tache. Les dieux l'avertissaient de s'enfuir sur des embarcations dès qu'il verrait le visage de deux idoles placées à l'entrée du temple se couvrir de rougeur. Le roi publia immédiatement le danger qui menaçait l'île et le désastre dont elle devait être frappée, mais il ne trouva dans ses sujets que dérision et mépris pour ce qu'on appelait sa crédulité. Peu de temps après, un bouffon, se riant des avis de *Peiruun*, s'approcha des deux idoles et, sans que personne s'en aperçût, leur barbouilla la face de couleur rouge. Averti de ce changement subit, qu'il attribua à un prodige et non à un sacrilége, le roi prit la fuite avec les siens, et se dirigea à force de rames vers *Foktsju*, province de la Chine méridionale. Après son départ, le bouffon, ses complices et tous les incrédules que cette précipitation n'épouvanta pas, furent engloutis avec l'île, ses potiers et ses magnifiques murrhins. Les Chinois du sud célèbrent le souvenir de ce prodige par une fête...

« Quant aux vases disparus, on les recherche à marée basse dans le fond de la mer, sur les rocs auxquels ils se sont attachés; on les retire avec précaution pour ne pas les briser, couverts d'une couche de coquillages qui les déforme et que les ouvriers enlèvent ensuite, en en laissant une partie qui atteste leur origine. Ces vases sont transparents, de la plus rare ténuité, et d'une couleur blanche teintée de vert. Ils ont, pour la plupart, la forme d'une capsule ou d'un petit tonneau avec un col étroit et court comme s'ils eussent été, dès l'origine, destinés à contenir du thé. Ils sont apportés au Japon, à de très-rares intervalles, par des marchands de la province de *Foktsju* qui les achètent des plongeurs. Les plus communs se vendent vingt taëls; la seconde sorte, cent ou deux cents taëls : quant à ceux qui atteignent cette valeur, personne n'oserait les acquérir; ils sont destinés à l'empereur. Celui-ci en a reçu, dit-on, de ses ancêtres et de ses prédécesseurs une collection d'un prix inestimable qui est conservée dans son trésor. »

Il est encore d'autres porcelaines japonaises que nous devons signaler : ce sont des porcelaines orientales à emblèmes et qui portent des inscriptions d'origine européenne. Lorsque les porcelaines de l'Orient commencèrent à être connues et appréciées, et que le goût des collections eut pénétré dans tous les pays, on songea à avoir des produits céramiques avec des armoiries ou des inscriptions qui fussent propres aux collectionneurs. La Compagnie hollandaise des Indes se chargea de transmettre les commandes, tant aux fabriques chinoises qu'à celles du Japon. On fabriqua des services de table sur lesquels figurait, par exemple, un vaisseau, accompagné d'une légende indiquant que tel capitaine de tel navire a fait faire ce plat au Japon. Au musée japonais de Dresde figurent cinq tasses sur lesquelles le peintre chinois a reproduit Louis XIV à côté de la reine, entouré de quatre figures agenouillées qui doivent représenter des Français, mais qui ont une tournure toute japonaise. On y lit : *L'empire de la vertu est étably jusqu'au bout de l'univers* (1).

(1) Demmin, *Guide de l'amateur de porcelaines et de faïences*, t. II.

On voit dans le musée des porcelaines japonaises aux armes de Charles-Quint.

M. Demmin note, à ce sujet, une particularité intéressante, c'est qu'on trouve beaucoup de ces porcelaines dans le Morbihan.



Fig. 221. — Vase en porcelaine du Japon (du Musée du Louvre).

Elles ont été conservées dans les familles de Bretagne descendant d'anciens officiers de la Compagnie des Indes, dont le siége était à Lorient. Ces services exécutés en Chine ou au Japon, sur commande de ces officiers, sont presque toujours aux armes de celui qui les a fait faire. Ces porcelaines sont connues à Lorient, Vannes, Nantes, etc., comme porcelaines de Chine ou du Japon, et attribuées à l'époque où fonctionnait la compagnie française des Indes, c'est-à-dire du temps de Louis XV et de Louis XVI.

Il est, du reste, dans le caractère du Japonais de s'assimiler promptement et exactement tout ce qu'il voit : il excelle dans l'imitation.

Citons, pour terminer, quelques *porcelaines à surprises*, qui sont communes aux Chinois et aux Japonais, mais dans lesquelles ces derniers l'emportent sur leurs concurrents. Ce sont, par exemple, des poissons peints sur le côté extérieur d'une pièce et qu'on ne voit que quand le vase est plein d'eau. Puis des tasses qui semblent contenir un œuf percé d'un trou, d'où on voit sortir un petit personnage, quand on met de l'eau dans ce vase, etc. Ces verres que l'on voit dans les foires, et qui, tout en étant vides, ont l'air de contenir du vin, sont l'imitation d'une tasse japonaise qui présente la même singularité.

Nous avons mentionné les collections japonaises qui sont rassemblées au Musée de Dresde. C'est le plus riche assemblage qui existe des porcelaines de l'Orient. Ce musée japonais fut créé par l'électeur de Saxe, Frédéric-Auguste Ier, dit *le Fort*, à cause de sa constitution athlétique. Pour former cette collection, Frédéric-Auguste Ier se procura d'abord la plus grande partie des pièces par des émissaires savants et dévoués qu'il avait envoyés en Hollande. Puis, au milieu des guerres incessantes qu'il eut à soutenir pour maintenir les droits qu'il croyait avoir au trône de Pologne, il fit, en 1717, un arrangement avec le roi de Prusse. Le roi lui cédait dix-huit grandes potiches chinoises ou japonaises, seize assiettes, dix-huit grands plats, douze autres plats, douze grandes pièces de service dont sept avec couvercles, cinq gobelets, trente-sept grands pots à orangers, douze petits plats, et quatre magnifiques groupes, *en échange d'un régiment de dragons*.

Au point de vue de l'art, l'échange était honorable ; seulement l'électeur de Saxe regretta plus tard amèrement d'avoir donné un régiment de dragons pour des vases de porcelaine !

Les fabricants de porcelaine de l'île de Corée ont exercé une grande influence sur les progrès de la porcelaine chinoise et sur



Fig. 222. — Vase en porcelaine de Corée.

celle du Japon. Tour à tour élèves et maîtres, les céramistes de la Corée empruntaient tantôt aux anciennes fabriques de la Chine, tantôt à celles du Japon, des notions précises sur la composition et la décoration des porcelaines, et ils ne tardaient pas à perfectionner les procédés qu'ils avaient appris à à mettre en pratique.

Les amateurs instruits savent fort bien distinguer les vases coréens de ceux de leurs voisins. M. Jacquemart, qui a beaucoup étudié les porcelaines orientales, nous renseigne en ces termes sur ce problème difficile.

« En Chine, au Japon, en Europe même, on peut remarquer qu'un type particulier a servi de premier modèle aux usines à porcelaine ; une haie de graminées cachant le pied à quelques plantes, la vigne chargée de raisins, une espèce d'écureuil, des oiseaux fantastiques, voilà la base de la décoration, généralement exécutée en émaux peu nombreux. En comparant les pièces qui portent ce décor archaïque, on reconnut bientôt qu'un certain nombre se distinguent par une pâte très-blanche, mate, à couverte unie, non vitreuse. De forme généralement polygonale, les vases ont un galbe très-simple ; des potiches à huit pans, en baril ou légèrement amincies à la base avec gorge supérieure rétrécie en couvercle surbaissé ; des vasques ou compotiers à bord plat, avec l'extrême limbe relevé et coloré d'une tranche brun foncé ; des boîtes à thé assez élevées, carrées de base, ou à angles coupés, terminées par un goulot cylindrique à rebord ; des bols hémisphériques ; des gobelets en litrons, cylindriques ou octogones, voilà ce que l'on rencontre le plus souvent. — Dans la décoration, la plupart des objets naturels s'écartent de l'imitation pure et prennent une disposition symétrique ; on peut toutefois reconnaître plusieurs espèces végétales souvent répétées, telles que l'iris, la chrysanthème, la pivoine, le bam-

bou, le pêcher à fleurs. Le paon caractérisé par les yeux de sa queue traînante, un autre oiseau voisin de l'argus remplacent ordinairement et habituellement le *fong-hoang* (1). Le dragon sacré est assez rare, et la grue peu commune, en d'autres termes les animaux symboliques sont presque exceptionnels (2). »

Voilà les principaux caractères de la porcelaine coréenne bien définis, et nous donnons comme spécimen (fig. 222), un vase coréen.

Beaucoup de pièces en porcelaine de Corée sont ornées du *Kirimon japonais*, c'est-à-dire des deux armoiries du Mikado. On voit partout, au Japon, ces armoiries qui représentent l'insigne officiel, la marque du pouvoir : on les trouve sur la monnaie et jusque sur les gâteaux que l'on sert dans les repas d'étiquette offerts aux ambassadeurs.

Nous ne nous arrêterons pas sur la porcelaine des Indes. D'après quelques auteurs, elle ne consiste qu'en chefs-d'œuvre, et d'après d'autres elle n'aurait jamais existé. On voit dans quelques musées de magnifiques échantillons de la porcelaine de l'Inde ; mais l'authenticité des vases et des soucoupes présentés comme provenant de fabriques hindoues, est révoquée en doute. On prétend que ces vases et ces soucoupes ont été *commandés* aux fabriques de la Chine, du Japon et de la Corée, avec des légendes se rapportant aux possesseurs indiens. On ajoute qu'il n'y a jamais eu de fabrication proprement dite sur les bords du Gange ni de l'Indus.

La porcelaine a-t-elle été fabriquée en Perse ? *Adhùc sub judice lis est*, et les juges, les céramographes, sont loin d'être d'accord. Tel auteur, très-compétent, dit que la porcelaine de Perse et la porcelaine hindoue sont deux chimères, qui n'ont jamais existé que dans la tête de quelques écrivains. Cependant Alexandre Brongniart est très-affirmatif sur cette question. Il s'exprime en ces termes :

« Quoique je n'aie pu ni voir ni connaître personne qui ait vu de vraie porcelaine de Perse (toutes les sortes de poteries qu'on m'a citées pour telles se réduisent, par l'examen, à n'être que de belles faïences en émail bleu), on ne peut guère douter qu'on n'ait fabriqué de la porcelaine en Perse. Ce ne sont pas les indications vagues que Pallas en donne sur des fragments de poterie qu'il appelle porcelaine, trouvés dans des mines et dans des tumulus, qui peuvent établir cette conviction, car il y a eu un temps où on appela porcelaines toutes les poteries un peu remarquables. Mais ce que dit Chardin ne peut laisser douter que les pièces de poterie persanes qu'il donne comme porcelaine n'appartiennent réellement à cette sorte de poterie. Il la décrit sous le nom de vaisselle d'émail ou de faïence. « On en « fait, dit-il, dans toute la Perse. La plus belle se fait « à Chiras, à Metched, à Yesd, à Kirman en Carama- « nie, particulièrement dans un bourg nommé Zo- « rende. La terre de cette faïence est d'émail pur, « tant en dedans qu'en dehors (ce qui indique le « glacé de la couverte), comme la porcelaine de la « Chine. Elle a le grain aussi fin et est aussi trans- « parente, etc. » Il n'est pas nécessaire d'aller plus loin pour voir que ce n'est pas une faïence; ce ne peut être non plus un verre translucide, car on ne connaît aucune vitrification de ce genre venant de la Perse, et d'ailleurs ce voyageur dit si expressément que cette porcelaine est tellement semblable à celle de la Chine que souvent on ne peut pas l'en distinguer, qu'il faudrait le croire observateur bien superficiel pour avoir confondu deux produits aussi dissemblables en tout que de la porcelaine et du verre. Il n'est pas probable non plus que ce soit de véritable porcelaine chinoise apportée par le commerce, puisque Chardin cite les principaux et nombreux endroits où on la fabrique. Ainsi, en 1650, époque du voyage de Chardin, et très-certainement avant cette époque, on fabriquait de la porcelaine dans cette partie de l'Asie (1). »

M. Marryat, dans son *Histoire des poteries, faïences et porcelaines*, s'arrête à un *mezzo-termine*.

(1) « Le *fong-hoang* sacré des Chinois est un oiseau singulier et immortel qui demeure au plus haut des airs et ne se rapproche des hommes que pour leur annoncer les événements heureux et les règnes prospères. Sa tête ornée de caroncules (éminences charnues), son col entouré de plumes soyeuses, sa queue tenant de celles de l'argus et du paon, le font facilement reconnaître. »

(2) *Histoire de la porcelaine* par Jacquemart et Le Blanc, 1 vol. in-4. Paris, 1862.

(1) *Traité des arts céramiques*, t. II, p. 484.



Fig. 223. — Carreau en porcelaine de Perse.

« Il est certainement vrai, dit le céramiste anglais, qu'il existe des plats et des assiettes ayant des dessins et des inscriptions tirés du Coran. Mais quelques-uns de ces objets sont manifestement imités, comme l'atteste l'inexactitude des caractères qui n'ont qu'un faux air persan, et qui évidemment ont été copiés par des artistes ignorant la véritable langue. Quant à quelques spécimens, le style des dessins et l'exactitude des caractères écrits peuvent faire croire qu'ils ont été peints par un artiste persan. En l'absence de tout renseignement authentique sur l'existence d'une manufacture de porcelaine de Perse, il paraît impossible de trancher la question. »

Mais en même temps, M. Marryat cite, avec les plus grands éloges, des faïences persanes d'une grande finesse, et qui ont peut-être été prises pour de la porcelaine.

On voit au Musée de Sèvres, des carreaux de Perse (fig. 223) qui ont été envoyés de ce pays. Ils ont neuf pouces carrés, et sont décorés de couleurs splendides. Ils présentent un dessin bleu sur un fond blanc; de petites tuiles oblongues de moindre dimension en forment l'encadrement.

On a douté pendant longtemps de l'existence d'une porcelaine de Perse. Les échantillons qu'on en possédait étaient regardés comme provenant des manufactures de Delft, jusqu'à ce que des visiteurs persans aient reconnu ces échantillons comme étant positivement des productions de leur pays.

M. Jacquemart va bien plus loin. Il affirme qu'il y a eu en Perse quatre espèces différentes de porcelaines : la porcelaine *émaillée*, la porcelaine *tendre* ou poterie siliceuse translucide, la *faïence proprement dite*, enfin la *porcelaine dure*. Nous ne suivrons pas M. Jacquemart dans les raisonnements sur lesquels il s'appuie pour démontrer l'existence d'une porcelaine dure en Perse.

Après ces témoignages si contraires au sujet des porcelaines de Perse, nous ne pouvons que répéter : *adhùc sub judice lis est.*

CHAPITRE XXV

LA PORCELAINE DE LA CHINE IMITÉE EN SAXE. — VIE DE BÖTTICHER, INVENTEUR DE LA PORCELAINE DE SAXE. — LA FABRIQUE DE MEISSEN. — LE *Secret absolu.* — LA FABRICATION DE LA PORCELAINE DE SAXE SE PROPAGE EN ALLEMAGNE. — QUELQUES PORCELAINES DE SAXE CÉLÈBRES.

Au commencement du XVIII[e] siècle, la porcelaine orientale importée en Europe,

comme objet de curiosité, ou comme article de commerce, avait excité une émulation extraordinaire parmi les fabricants de poteries. La vaisselle d'argent était alors extrêmement répandue ; mais elle n'était l'apanage que de la noblesse, de la finance et de la riche bourgeoisie, et l'on connaît les admirables œuvres d'art que l'orfévrerie a créées au temps de Louis XIV et de Louis XV. Chez le bourgeois et le peuple la faïence remplaçait la vaisselle métallique. Mais la faïence était une matière tendre et sans force de résistance. Son vernis stannifère s'écaillait et donnait lieu à des gerçures d'un effet désagréable et souvent répugnant. Il est donc facile de comprendre avec quel empressement on devait accueillir dans toutes les classes de la société la porcelaine qui devait remplacer la coûteuse *vaisselle plate*, comme on l'appelait, et la fragile faïence. Aussi dès que la porcelaine fut importée en quantités notables en Europe, tous les fabricants de poteries s'occupèrent-ils de chercher à produire une poterie identique à l'admirable produit que l'on recevait de la Chine et du Japon. Les princes et les chefs d'États encourageaient de toutes leurs forces ces tentatives, et créaient à leurs frais, des laboratoires pour des essais de fabrication de ce produit.

Nous avons dit que les premières notions pratiques sur les procédés de fabrication de la porcelaine en Chine furent révélées en France par les lettres du P. d'Entrecolles, publiées en 1712. Cette révélation redoubla l'ardeur de ceux qui s'appliquaient à ce genre de recherches. Avant l'arrivée des lettres du P. d'Entrecolles, on s'était livré dans un grand nombre de manufactures et de laboratoires, à des tentatives coûteuses, à des essais persévérants pour arriver à reproduire la porcelaine de la Chine, dont les souverains, les princes et les riches bourgeois se disputaient le moindre échantillon. On avait fait venir de la Chine les matières premières qui composaient la pâte, mais elles avaient déjà subi, au pays de provenance, une préparation mécanique, qui les avait réduites en une poudre dont les éléments étaient fort difficiles à séparer. La pâte de la porcelaine chinoise résulte d'ailleurs du mélange de matières différentes. Ainsi le problème à résoudre avait trois inconnues. Il fallait : 1° savoir reconnaître ces différentes matières ; 2° les trouver en Europe, pour pouvoir se livrer à une fabrication régulière, industrielle ; 3° découvrir dans quelles proportions les matières devaient être mélangées.

Toutes les recherches faites par les potiers et les chimistes de l'Europe n'eurent aucun résultat, en dépit des révélations du missionnaire jésuite.

Ce fut le hasard qui amena la découverte, en Allemagne, de la terre à porcelaine, c'est-à-dire du *kaolin*. Seulement ce hasard se présenta aux yeux d'un homme de mérite, qui sut apprécier et saisir la portée du fait qui se présentait fortuitement à ses méditations.

Cet homme était Jean-Frédéric Böttícher. Comme beaucoup de personnages de son temps, Böttícher s'était donné à l'étude du problème, alors à la mode, de la transmutation des métaux et à la recherche de la pierre philosophale ; mais il consacra la fin de sa vie à des études scientifiques et industrielles qui furent couronnées du plus brillant succès.

Dans un de nos ouvrages, *l'Alchimie et les alchimistes*, nous avons raconté la jeunesse de Böttícher, alors que tout imbu des idées alchimiques, il passait son temps à chercher la pierre philosophale et à faire croire qu'il avait découvert cet arcane précieux. Nous emprunterons à ce travail biographique l'histoire de la jeunesse de Böttícher. Nous ajouterons à ce récit la seconde période de sa vie, celle pendant laquelle il eut la gloire de découvrir la composition et le pro-

cédé de fabrication de la porcelaine de Chine.

Jean-Frédéric Böttcher était né le 4 février 1682, à Schleiz, dans le Voigtland, en Saxe (1). Il fut en grande partie élevé à Magdebourg, auprès de son père, qui remplissait des fonctions à la Monnaie.

Ce dernier avait des idées manifestement tournées aux sciences occultes, et prétendait posséder le secret de la pierre philosophale. C'est probablement à l'éducation qu'il reçut de son père que le jeune Böttcher dut les prédilections qu'il manifesta de très-bonne heure pour les sciences secrètes. Il avait une dose très-prononcée de superstition, et mettait une certaine importance à être né le dimanche, ce qui lui donnait, d'après un préjugé du temps, la faculté de lire dans l'avenir. Ayant eu le malheur de perdre son père, et sa mère s'étant mariée en secondes noces, il dut songer à embrasser une profession.

Il n'avait que dix-neuf ans lorsqu'il entra comme apprenti chez l'apothicaire Zorn, à Berlin.

En ce temps-là, un alchimiste, dont le véritable nom était un mystère, mais qui se faisait appeler *Lascaris* (nom qu'il avait choisi pour confirmer l'origine grecque qu'il s'attribuait), étonnait l'Allemagne par ses prétendues transmutations des métaux vils en or. Il allait de ville en ville, rendant les savants et le public témoins, ou plutôt dupes, de ses opérations d'alchimie.

En 1701, Lascaris passant par Berlin, tomba malade, et fit demander l'apothicaire Zorn, pour quelques remèdes. Maître Zorn ne jugeant pas à propos de se déranger pour un inconnu, se fit remplacer par son élève Böttcher, entré depuis peu dans sa maison.

Le soin avec lequel ce jeune homme exécuta ses prescriptions, plut beaucoup à Lascaris, dont la maladie, vraie ou feinte, eut bientôt disparu. Il s'entretint plusieurs fois avec le jeune homme, et de ces entretiens il



Fig. 224 — Böttcher.

résulta entre eux une sorte d'amitié et même d'intimité. C'est que, pendant leur conversation, Böttcher, sans se douter qu'il parlait à un maître de l'art, avait confié à Lascaris qu'il s'occupait d'hermétique, qu'il avait lu tous les ouvrages de Basile Valentin, et qu'il travaillait d'après les écrits de cet alchimiste.

Au moment de quitter Berlin, Lascaris prit à part le jeune homme, et lui déclara qui il était, ajoutant qu'il voulait lui laisser un témoignage de son amitié. Il lui fit présent de deux onces de sa *poudre philosophale*, et lui recommanda de ne pas en indiquer l'origine, et surtout de n'en faire usage que longtemps après son départ.

(1) On a écrit son nom de manières très-différentes. Engelhardt, son historien, l'appelle *Böttger*. Schmieder, auteur allemand d'une *Histoire de l'alchimie*, non traduite en français, écrit *Böttcher*; d'autres, *Botiger*, *Bœttger* et *Bottger*. Nous adoptons l'orthographe de Schmieder, dont l'autorité bibliographique est incontestable.

Ajoutons que, suivant Klem, Böttcher serait né en 1685, et non en 1682, comme le dit Engelhart.

Lascaris parti, le délai expiré, et sans doute même un peu abrégé par l'impatience du jeune élève, celui-ci procéda à l'essai de sa *poudre philosophale*. Le résultat fut tel que Lascaris l'avait promis. Bötticher annonça alors à l'apothicaire Zorn sa résolution de quitter la pharmacie, pour étudier la médecine à Halle.

Le même jour, en effet, il prit congé de son patron.

Bötticher ayant quitté l'officine de maître Zorn, fit beaucoup de bruit à Berlin par ses prétendues transmutations. La *poudre philosophale* que Lascaris lui avait donnée (et qui n'était autre chose qu'un composé d'or qui, se détruisant par le feu, laissait apparaître l'or métallique), lui servait à accomplir les prétendues transformations du mercure en or qui ébahissaient les crédules Berlinois.

Les bruits de la ville étant parvenus jusqu'à la cour, le roi Frédéric-Guillaume I[er] voulut assister à une transmutation. En conséquence, il ordonna de s'assurer de la personne de l'alchimiste. Mais Bötticher, averti à temps, sortit de Berlin pendant la nuit, et s'achemina à pied vers la ville de Wittemberg.

Bötticher avait un oncle à Wittemberg; c'était le professeur Georges Gaspard Kirchmaier, que l'on cite parmi les écrivains alchimistes ; il se réfugia chez lui. Mais le roi de Prusse voulait à toute force posséder ce trésor vivant. Il le fit donc réclamer à la ville de Wittemberg, comme sujet prussien, car on croyait Böttieher né à Magdebourg. De son côté, l'Électeur de Saxe, Auguste II, roi de Pologne, le réclamait également comme son sujet.

C'est au dernier de ces deux monarques que Böttieher se rendit, mais sans doute dans un tout autre intérêt que celui de faire trancher entre les deux cours la question de sa nationalité.

A Dresde, il fut parfaitement accueilli, et l'Électeur de Saxe, enchanté des épreuves faites en sa présence, s'empressa de le nommer baron.

Une fois parvenu aux honneurs, Böttieher oublia tout ; il ne songea plus à ses études médicales et ne fut occupé que de ses plaisirs. D'après le train de vie qu'il mena, pendant deux ans, dans la capitale de la Saxe, on serait même tenté de croire qu'il avait perdu la tête. Il se fit bâtir une maison superbe, où il donnait de splendides repas. Ces repas étaient très-fréquentés, parce qu'il ne manquait jamais de mettre une pièce d'or sous la serviette de chaque convive.

Toutes ces prodigalités faisaient singulièrement baisser la provision de poudre philosophale que Lascaris lui avait donnée. Il s'était fort gratuitement mis en tête qu'il pourrait, grâce aux talents que chacun lui reconnaissait, renouveler son talisman chimique sans recourir à Lascaris. Égaré par cette illusion, il continuait à en prodiguer les restes sans mesure. Il finit par l'épuiser jusqu'au dernier grain, essaya d'en composer d'autre et ne put y réussir.

Sa source d'or une fois tarie, les dépenses avaient cessé tout d'un coup chez notre alchimiste. Les courtisans de sa fortune, ses parasites ordinaires et extraordinaires, commencèrent naturellement par lui tourner le dos; ensuite, leur ressentiment s'étant accru avec le souvenir des jouissances qu'ils avaient perdues, ils le dénoncèrent comme un espion. Cette calomnie n'ayant pu trouver créance, on en chercha d'autres. Ses domestiques, mécontents parce qu'on ne les payait pas, se liguèrent avec ses ennemis, et répandirent le bruit qu'il s'apprêtait à prendre la fuite. Dès ce moment, et sur l'ordre de l'Électeur, sa maison fut entourée de soldats et ses appartements occupés par des gardes, qui le retinrent prisonnier dans son hôtel.

Böttieher comprit alors, un peu tard sans doute, mais enfin il comprit que les rois ne donnent pas gratis des honneurs et le

titre de baron aux garçons apothicaires.

Ceci se passait en 1703.

Cependant Lascaris, qui voyageait encore en Allemagne, n'avait pas perdu de vue son jeune ami. Il avait appris son départ pour Dresde et ce qui lui était arrivé dans la capitale de la Saxe. A la mauvaise tournure que l'affaire semblait prendre, il regretta d'être la cause indirecte de la situation où se trouvait Böttiche, et résolut de n'épargner aucun sacrifice pour l'en tirer. Il se rendit à Berlin.

Pendant son séjour dans cette ville, Böttiche avait noué une liaison étroite avec un jeune médecin nommé Pasch, homme d'un caractère décidé. Lascaris s'adressa à lui. Dans un long entretien qu'ils eurent ensemble, Lascaris lui fit une peinture émouvante de la triste position de leur ami, et le persuada de se dévouer à sa délivrance. Pasch consentit à se rendre à Dresde, pour certifier à l'Électeur de Saxe l'innocence de Böttiche, et lui proposer, en même temps, une rançon de huit cent mille ducats.

Le docteur se mit en route. Il avait à Dresde deux parents, grands seigneurs et très-influents à la cour. Espérant obtenir par leur crédit une audience de l'Électeur, il s'adressa à eux, et leur communiqua ses projets. Mais ses parents étaient gens expérimentés et très au fait des habitudes des cours. Ils jugèrent, avec beaucoup de raison, que l'offre faite à l'Électeur de Saxe d'une somme aussi considérable ne pourrait que rendre plus étroite la captivité de Böttiche, attendu que l'on ne mettrait pas en doute que tout l'or en question ne dût être fabriqué par le prisonnier. Ils proposèrent donc de n'adresser au roi de Pologne aucune ouverture, et de travailler en silence à préparer l'évasion de l'alchimiste.

Pasch approuva ce plan ; il s'installa dans une maison voisine de celle de Böttiche, et l'on commença par établir une correspondance par les fenêtres, avec le prisonnier, qui fut ainsi mis au courant des préparatifs faits pour sa délivrance. On eut bientôt acheté ses domestiques, qui devinrent les intermédiaires d'une correspondance plus facile et plus détaillée. Tout alla bien jusqu'au moment où les gens du roi s'aperçurent qu'il se tramait quelque chose entre les deux amis. L'ordre arriva aussitôt de s'emparer du docteur Pasch, qui fut jeté dans la forteresse de Sonnenstein ; Böttiche lui-même fut enfermé dans celle de Kœnigstein, et confié à la garde du comte Ehrenfried Walter de Tschirnhaus. Toutefois on mit à sa disposition un laboratoire, pour lui permettre de continuer ses recherches d'alchimie.

Confié à la garde du comte de Tschirnhaus, Böttiche ne devait recouvrer sa liberté qu'après avoir composé de nouveau sa *poudre philosophale*, ou du moins indiqué ce qu'il employait pour la faire, deux conditions presque égales, et pour lui également impossibles à remplir. Mais la patience de l'Électeur était à bout ; il menaça l'artiste de toute sa colère. Dans ces conjonctures, Böttiche pouvait s'attendre au plus sinistre dénoûment, lorsqu'un bonheur imprévu vint le tirer de danger.

Depuis longtemps, comme nous l'avons dit, on s'occupait, en Europe, d'imiter la porcelaine que la Chine et le Japon avaient le privilége exclusif de produire, et dont la fabrication était tenue fort secrète dans ces deux pays. Les princes faisaient entreprendre, à leurs frais, des études pour découvrir la manière de fabriquer ces précieuses poteries. L'Électeur de Saxe avait chargé le comte de Tschirnhaus de recherches spéciales dans cette direction. Or, c'est sous la surveillance particulière du comte de Tschirnhaus que Böttiche, comme on vient de le voir, fut placé, par l'ordre de l'Électeur, dans la forteresse de Kœnigstein, pour y continuer ses travaux alchimiques. Témoin des essais du comte de Tshirnhaus relatifs à la fabrication de poteries analogues à la porcelaine de la

Chine, Bötticher fut naturellement conduit à prendre part à ses travaux. Son talent de chimiste et ses connaissances en minéralogie, lui donnèrent le moyen d'obtenir, dans ce genre de recherches, quelques bons résultats. Le comte de Tschirnhaus décida alors le prisonnier à s'adonner entièrement à ce problème industriel, plus sérieux et plus important que celui dont l'Électeur attendait la solution.

En 1704, Bötticher découvrit la manière d'obtenir la *porcelaine rouge*, ou plutôt un *grès-cérame*, qui n'a rien de la porcelaine. Bötticher n'avait, d'ailleurs, composé cette nouvelle poterie que pour en faire des creusets très-réfractaires en vue de ses opérations alchimiques.

Ce premier succès, ce premier pas dans l'imitation des porcelaines de la Chine, satisfit beaucoup l'Électeur de Saxe. Pour lui faciliter la continuation de ses recherches céramiques, ce prince fit transporter Bötticher, le 22 septembre 1707, de la forteresse de Kœnigstein, à Dresde, ou plutôt dans les environs de cette ville, dans un château pourvu d'un laboratoire céramique que l'Électeur avait fait disposer sur le *Jungferbastei*. Ce château, qui devait plus tard devenir célèbre, s'appelait Albertsburg (château d'Albert).

C'est là que Bötticher reprit, avec le comte de Tschirnhaus, ses essais pour fabriquer la porcelaine de Chine. On ne s'était, néanmoins, relâché en rien de la surveillance dont le chimiste était l'objet. Il était gardé à vue. Il obtenait quelquefois la permission de se rendre à Dresde ; mais alors le comte Tschirnhaus, qui répondait de sa personne, l'accompagnait dans sa voiture.

Le comte de Tschirnhaus mourut en 1708 ; mais cet événement n'interrompit point les travaux de Bötticher. Ce fut l'année suivante, en 1709, qu'il réussit à fabriquer la véritable porcelaine de Chine, en se servant du kaolin que l'on venait de découvrir à Aüe, près de Schneeberg.

C'est au milieu de l'étroite surveillance dont il continuait d'être entouré, que notre chimiste fut forcé d'exécuter les essais, si pénibles et si longs, qui l'amenèrent à fabriquer la porcelaine de Chine. Mais sa gaieté naturelle ne s'alarmait point de ces obstacles. Il fallait passer des nuits entières autour des fours, et, pendant des essais de cuisson qui duraient trois ou quatre jours non interrompus, Bötticher ne quittait pas la place et savait tenir les ouvriers éveillés par ses saillies et sa conversation piquante.

C'est, avons-nous dit, le hasard, mais le hasard fécondé par l'observation d'un homme de mérite, qui avait fait découvrir le kaolin d'Aüe comme la terre argileuse propre à fournir la porcelaine de Chine. Voici comment l'événement est raconté par un contemporain, le docteur Klem, conservateur du Musée Japonais de Dresde, où sont réunis les échantillons de la porcelaine de Saxe, et les premières pièces de porcelaine que Bötticher avait fabriquées. On va voir que le hasard qui fit découvrir à Bötticher l'usage du kaolin de Saxe pour fabriquer la porcelaine, est aussi singulier que celui qui fit reconnaître au potier Atbury, en Angleterre, le silex calcaire comme moyen de corriger la couleur rougeâtre de la faïence.

En 1711 Jean Schnorr, un des plus riches maîtres de forges de l'Erzgebirge, passait à cheval près d'Aüe, lorsqu'il remarqua que les pieds de son cheval s'enfonçaient dans une terre blanche et molle, d'où ils avaient peine à se retirer. La poudre d'amidon était alors d'un usage général pour poudrer les perruques ; de sorte qu'on en faisait en Allemagne un commerce considérable. En bon négociant, Schnorr vit dans l'argile blanche d'Aüe, terre sans valeur, un moyen de remplacer la poudre d'amidon qui coûtait cher. Il en emporta donc une certaine quantité à Karlsfed, et la fit vendre comme poudre à perruque, à Dresde, à Leipzig et à Zittau.



Fig. 225. — Grand vase en porcelaine de Saxe (du Conservatoire des arts et métiers).

Bötticher poudrait sa perruque comme tout le monde. Il fit usage, comme tout le monde, de la nouvelle poudre, et ce faisant, il remarqua que cette poussière blanche avait un poids inaccoutumé. Son valet de chambre lui ayant appris que cette préparation était une terre que l'on retirait des environs d'Aüe, Bötticher eut l'idée de l'essayer comme argile dans la confection de ses poteries. A sa grande joie, il reconnut bientôt qu'il avait trouvé dans le *kaolin* d'Aüe la matière que l'on cherchait depuis longtemps pour la fabrication de la porcelaine dure de Chine. Jusque-là, comme nous l'avons dit, Bötticher n'avait réussi qu'à faire des grès cérames-rouges, lesquels, tout inférieurs

qu'ils étaient à la porcelaine de Chine, n'en avaient pas moins trouvé une assez grande vogue en Saxe et dans toute l'Allemagne.

« Le kaolin continua, dit Klem, d'être connu dans le commerce sous le nom de *terre blanche de Schnorr* (*Schnorrische weisse Erde*). Son exportation était défendue sous les peines les plus sévères, et on le faisait transporter à la fabrique de Meissen dans des tonnes scellées et par des gens assermentés. »

Les précautions prises pour assurer le secret de tout ce qui intéressait la fabrication de la porcelaine, étaient portées dans le château d'Albert, où travaillaient Bötticher et ses ouvriers, au delà de ce qu'on pourrait imaginer. Le point fondamental des instructions données à tous les travailleurs, depuis le chef du laboratoire jusqu'au plus simple ouvrier, était « *secret jusqu'au tombeau !* » Cette instruction était répétée chaque mois à tous les contre-maîtres, et affichée, pour les ouvriers, à la porte des ateliers. Celui qui trahirait le secret de l'une des opérations était menacé par le roi d'être enfermé pour sa vie, comme prisonnier d'État, dans la forteresse de Kœnigstein.

Le château d'Albert, près de Meissen, était une véritable place forte. Le pont-levis n'était abaissé que la nuit. L'entrée en était rigoureusement interdite à quiconque n'en faisait pas partie, et lors même que le roi y amenait un étranger de distinction, il était enjoint de lui cacher avec soin le travail.

Cependant, en dépit de toutes les précautions prises par ordre du roi de Saxe, le secret si rigoureusement recommandé finit par passer par-dessus les murs et remparts du château d'Albert. Les princes et les villes d'Allemagne voulurent à l'envi établir des fabriques de cette belle poterie, que l'on désignait dans toute l'Europe sous le nom de *porcelaine de Saxe*. Ils essayaient par tous les moyens de séduction, *per fas et nefas*, d'attirer chez eux les ouvriers qui paraissaient connaître les procédés de sa fabrication. C'est ainsi que, malgré toute la surveillance, un des ouvriers de la fabrique de Meissen, un chef d'atelier, nommé Stobzel, transporta à Vienne les procédés de la fabrique saxonne, et y fonda, en 1720, une fabrique de porcelaine dure.

Voici un exemple des *séductions* qu'exerçaient les princes allemands désireux de connaître les secrets de la fabrication de la porcelaine au château d'Albert. Le potier Bengraf était connu comme un transfuge de la manufacture saxonne. Le duc de Brunswick voulut donc à tout prix se l'attacher. Ses offres étant restées vaines, le duc fit arrêter Bengraf, grâce à la condescendance de l'Électeur de Mayence. Le malheureux potier, une fois arrêté, fut mis en prison et privé de nourriture jusqu'à ce qu'il eût promis de divulguer les procédés qui étaient à sa connaissance.

La promesse ainsi arrachée, on mit cet homme en liberté, et on lui donna le moyen de créer une fabrique de porcelaine. Le malheureux mourut avant d'avoir mis ses procédés en exécution, « et le duc de Brunswick, dit un historien, en eût été pour ses frais, si un chimiste instruit n'eût trouvé moyen de suppléer à ce qui manquait. »

Nous ne croyons pas devoir suivre, dans leurs aventures et mésaventures, ces ouvriers qui, volant les secrets confiés à leur honneur par leurs maîtres ou leurs compagnons, aidèrent à la fondation des fabriques de porcelaine de Nuremberg, de Brandebourg, de Baireuth, de Vienne, du Hochst, de Furstemberg, de Berlin, etc., etc., qui furent érigées en concurrence de la manufacture de Meissen.

Les premiers produits de la fabrique saxonne avaient été assez imparfaits. On les

trouve aujourd'hui dans les collections, et on reconnaît facilement leur date. Mais bientôt les décors les plus brillants s'appliquent sur la nouvelle porcelaine. Nous donnons (fig. 225) comme échantillon, un très-beau vase de porcelaine de Saxe qui existe dans les galeries au Conservatoire des arts et métiers de Paris.

La fabrication de la porcelaine valait mieux pour la Saxe qu'une fabrique d'or. Nous n'avons pas besoin de dire que l'électeur Auguste avait depuis longtemps pardonné à Böttieher, et cessé de le persécuter pour lui arracher le secret de la pierre philosophale.

Certain d'enrichir, par sa découverte, les États de son maître, Böttieher osa avouer à l'électeur qu'il ne possédait point le secret de la pierre philosophale, et qu'il n'avait jamais travaillé qu'avec la poudre aurifère que Lascaris lui avait confiée.

Une première fabrique de porcelaine rouge avait été, avons-nous dit, établie à Dresde en 1706, du vivant du comte de Tschirnhaus et une autre pour la porcelaine dure avait été créée, en 1710, dans le château d'Albert à Meissen, lorsque Böttieher eut découvert l'heureux emploi du kaolin d'Aüe. Böttieher rentra dans tous ses honneurs et même dans son titre de baron. Il reçut, en outre, la distinction, bien méritée, de directeur de la manufacture de porcelaine de Meissen. Mais, redevenu libre et ayant retrouvé sa position brillante, il perdit les habitudes de travail qu'il avait prises. Il ne mena plus, dès ce moment, qu'une vie de plaisirs et de luxe, et mourut, en 1719, à l'âge de trente-sept ans.

Que de choses n'avait pas élaborées Böttieher, à cet âge aussi peu avancé! Dans un mémoire adressé au roi en 1709, il promettait de publier sous peu de temps ses découvertes sur les objets suivants : « Des vases de toutes sortes de couleurs, plus durs que le porphyre et pareils à la pierre fine; — sur la préparation du borax, surpassant celui de Venise; — des masses de cristal de roche; — sur la manière de fabriquer dans ses fourneaux de l'*aqua fortis*, de l'*aqua regia*, du *spiritus nitri*, du *sa vitriolli*, du *sulphur*, etc., avec très-peu de frais et avec des produits indigènes; — enfin une liqueur qui, répandue sur un corps animal mort, le vitrifie et le conserve à tout jamais, — et quinze autres précieuses découvertes. »

Malgré la création d'un grand nombre de fabriques de porcelaine dure en Allemagne et en France, la fabrique de Meissen continua d'être soumise aux rigoureuses prescriptions qui commandaient *secret absolu* à tout employé. Le fait suivant donnera la preuve que ces prescriptions sévères étaient encore en vigueur au commencement de notre siècle.

En 1812, la manufacture de porcelaine de Sèvres avait dépassé de beaucoup en perfection les fabriques de Meissen. Cependant l'empereur Napoléon Ier voulut que le directeur de la manufacture de Sèvres, Alexandre Brongniart, allât visiter l'usine de Saxe. Il fallut la demande expresse de Napoléon pour que le roi de Saxe permît à Brongniart d'assister aux travaux et d'examiner les fours. Même à cette époque, on jugea nécessaire de décharger momentanément le directeur de la manufacture de Meissen des obligations de son serment (le secret absolu), afin qu'il pût expliquer à Brongniart les procédés employés dans la fabrique. Encore y eut il une restriction dans la permission octroyée. M. Brongniart fut admis *seul*. Aucun de ses compagnons de voyage ne put obtenir l'autorisation de franchir avec lui les portes de cette forteresse de la céramique. Ceci, nous le répétons, se passait en Allemagne, en l'an de grâce 1812!

Le plus célèbre et le plus beau spécimen du vieux Saxe est le service de table, appar-

tenant au comte de Bruhl. Ce service a coûté 500,000 francs. On raconte que dans la guerre de Sept ans, pendant l'invasion des troupes prussiennes en Saxe, et tandis



Fig. 226. — Brongniart.

que le château du comte de Bruhl était dévoré par les flammes, des serviteurs dévoués enfouirent ces précieuses porcelaines dans les étangs qui entourent le château. Toutes les pièces furent retirées plus tard, sans avoir éprouvé la moindre avarie.

Ce même comte de Bruhl avait eu l'idée assez singulière de faire construire un harmonica composé de quarante-huit bols en porcelaine de vieux Saxe.

CHAPITRE XXVI

DÉCOUVERTE EN FRANCE DE LA PORCELAINE TENDRE ARTIFICIELLE. — DÉFINITION DE LA PORCELAINE TENDRE. — HISTOIRE DE LA PORCELAINE FRANÇAISE. — ESSAIS DE RÉAUMUR. — Mme DE POMPADOUR FAIT ÉTABLIR LA MANUFACTURE DE SÈVRES. — DÉCOUVERTE DU KAOLIN A SAINT-YRIEIX. — FABRICATION DE LA PORCELAINE DURE A SÈVRES. — LES CONTREFAÇONS ET LES FRAUDES. — LA PORCELAINE ANGLAISE, SA COMPOSITION.

On vient de voir avec quelle ardeur on cherchait, dans toute l'Europe, à découvrir le secret de la composition de la porcelaine, qui faisait la gloire de la Saxe. Ce secret fut enfin trouvé en France. Mais il est important, pour se faire une idée exacte de cette découverte, de mettre bien en relief les deux phases par lesquelles a passé cette grande création de l'industrie.

De 1695 à 1770, on découvrit, en France, une imitation de la porcelaine de Chine, qui constitue ce que l'on nomme aujourd'hui la *porcelaine tendre*, et ce ne fut que vers 1770 que l'on parvint à fabriquer la véritable porcelaine chinoise, ou *porcelaine dure*, qui a pour base et pour ingrédient indispensable le minéral connu sous le nom de *kaolin*.

Si l'on veut bien comprendre l'histoire de la découverte de la porcelaine en France, il faut donc être édifié sur ce qui constitue chimiquement la porcelaine dure, et ce qui différencie cette substance de la porcelaine dite *tendre*, qui n'est qu'une imitation imparfaite de la porcelaine *chinoise*.

Nous avons donné une définition exacte de la porcelaine dure, de la véritable porcelaine chinoise. Comme le caractère le plus important de cette porcelaine réside dans sa translucidité, on a également donné le nom de *porcelaine* à des poteries qui jouissent de cette translucidité, mais qui ne réunissent pas toutes les qualités propres à la porcelaine de la Chine.



Fig. 227. — Vue générale de la Manufacture de Sèvres.

C'est ce dernier genre de poterie qui fut découvert en France, de 1695 à 1770, alors que l'on cherchait à imiter la porcelaine de la Chine et de la Saxe et qui constitue la *porcelaine tendre.*

L'expression de *tendre* ne s'applique point au défaut de dureté de la pâte, mais : 1° à la faible résistance de ces poteries à l'action d'une haute température, comparativement à l'infusibilité de la porcelaine dure ; la porcelaine tendre fond dans le four longtemps avant que la porcelaine dure soit cuite; 2° au peu de dureté du vernis, qui se laisse rayer par l'acier.

Dans la porcelaine tendre (ou porcelaine *artificielle*), la seule qui fut fabriquée pendant plus d'un siècle, il n'entre en Europe, pour ainsi dire aucun des éléments argileux, tels que le kaolin et l'argile plastique, qui sont la base nécessaire de tout ce qu'on appelle porcelaine. Sa pâte, tout artificielle, est d'une composition très-compliquée. On lui donne la transparence par des sels de potasse ou de soude, la plasticité par la marne et la craie. C'est à vrai dire, un verre plutôt qu'une porcelaine, car elle contient des alcalis, comme le verre, et ne renferme ni kaolin ni feldspath, substances qui caractérisent la porcelaine.

Brongniart donne à la porcelaine tendre les caractères suivants : « pâte marneuse, fixe, dense, à texture presque vitreuse, dure, translucide, fusible à une haute température, à vernis vitreux, transparent, plombifère, assez dur. » (Ce vernis est *tendre* par rapport à celui de la porcelaine dure.

Nous pouvons, après ces explications théoriques préliminaires, arriver à l'histoire de la découverte de la porcelaine tendre en France, produit que l'on fabriqua à Sèvres jusqu'en 1804, qui eut le privilége d'une grande célébrité à cette époque, et qui est devenu plus célèbre et plus recherché encore depuis qu'on n'en fait plus.

Les procédés pour la fabrication de la porcelaine tendre étaient très-compliqués. Dans la pratique, cette fabrication offrait d'immenses difficultés, à cause du ramollissement des pièces par la chaleur du four. On a prétendu qu'il a fallu plus de recherches, de travaux, de génie même, pour inventer une telle porcelaine que pour faire la porcelaine dure, car cette dernière est composée de deux éléments que l'on emploie tels que la nature les offre. C'est que, comme le dit Brongniart, un laboratoire et des matières premières connues peuvent répondre, dans tous les temps, aux questions que leur font la science, la sagacité et la persévérance, tandis que ces qualités ne sauraient faire découvrir le kaolin ni le feldspath convenables pour la porcelaine, car ces matières, assez rares, sont propres seulement à quelques terrains. On ne connaît encore en France que quatre ou cinq gisements de kaolin et de feldspath.

La porcelaine tendre fut fabriquée pour la première fois vers 1695, dans une manufacture qu'un potier, nommé Morin, avait créée à Saint-Cloud. Ce produit que Morin présentait comme une imitation exacte de la porcelaine de Chine ou de Saxe, était, au début, très-grossier, très-lourd, à pâte jaunâtre et à vernis plombifère très-épais.

Les pièces sorties de la manufacture de Saint-Cloud, et exécutées sous la direction d'un contre-maître nommé Trou, se reconnaissent à un décor bleu symétrique sur une pâte épaisse d'un blanc laiteux. Ce n'est qu'une espèce de verre opaque, fusible bien au-dessous du degré de chaleur où la vraie porcelaine se ramollit.

Dans le récit de ses voyages, Martin Lister, qui visita l'établissement de Saint-Cloud en 1698, parlait en ces termes de la porcelaine fabriquée à Saint-Cloud :

« J'ai vu les poteries de Saint-Cloud, et j'en suis très-content ; car, je l'avoue, je n'ai pu trouver aucune différence entre les articles faits dans cet établissement et la plus belle porcelaine de Chine que j'aie vue. Cependant les peintures en étaient beaucoup mieux exécutées, nos ouvriers étant bien meilleurs artistes que les Chinois ; mais l'émail de cette porcelaine n'est nullement inférieur à celui des porcelaines chinoises, en blancheur, en égalité de surface et en absence de tout défaut. La substance qui constitue cette poterie m'a paru complétement identique, dure et ferme comme le marbre, du même grain et du même aspect vitrifié, de la même vitrification. Je ne m'étais pas attendu à ce degré de perfection ; je croyais ne trouver qu'une espèce de porcelaine de Gombron qui n'est, à vrai dire, qu'une sorte de matière vitreuse, mais je l'ai trouvée, à mon grand étonnement, tout autre, et je crois que le siècle doit se féliciter de pouvoir surpasser les Chinois dans leur plus bel art.

« On vend, à Saint-Cloud, ces poteries à un prix très-élevé : on demande plusieurs écus pour une seule tasse à chocolat. On est parvenu à fixer, au four, l'or en charmants dessins d'échiquier. On a vendu des services à thé, à raison de quatre cents livres le service.

« Il n'y a pas de sculpture ou de modèle de porcelaine de Chine qu'on n'ait imité en y ajoutant de nouveaux dessins, qui font un très-bon effet et sont très-remarquables. »

Voltaire, dans le *Siècle de Louis XIV*, dit qu'on « a commencé à faire de la por- « celaine à Saint-Cloud avant qu'on en fît « dans le reste de l'Europe. » Ici Voltaire se trompe, ce n'était que de la porcelaine tendre qu'on fabriquait à Saint-Cloud. Pendant ce temps la porcelaine dure de Saxe était déjà répandue dans le commerce depuis 1710, et cette même porcelaine tendre était alors fabriquée, dans toute l'Allemagne, à Vienne dès 1744, à Berlin, à Nymphembourg près Stuttgard, et à Saint-Pétersbourg. La porcelaine dure était pour plusieurs souverains un objet de spéculation, et, en même

temps, un objet de splendeur et de magnificence, alors que la France n'avait encore rien fait dans cette branche de la céramique.

La découverte de la porcelaine tendre, qui se fit dans la manufacture de Saint-Cloud, peut être fixée à l'année 1695, quinze ans avant l'invention de la porcelaine dure de Saxe, et soixante-cinq ans au moins avant la découverte de la porcelaine dure de France.

La manufacture de Saint-Cloud florissait encore en 1718, elle avait alors pour directeur Chicaneau.

Dix-huit ans plus tard, en 1735, un ouvrier de Chicaneau, Cicaire Ciroux, alla établir à Chantilly une manufacture de porcelaine, dont les décors imitaient avec un grand bonheur l'ornementation chinoise.

Les lettres du P. d'Entrecolles avaient produit une grande impression en Europe. On avait cru trouver dans les renseignements transmis par le savant jésuite, des indications suffisantes pour arriver à imiter la porcelaine de la Chine. Malheureusement le P. d'Entrecolles, qui n'était pas chimiste, n'avait fourni que des détails incomplets. Réaumur, qui leur accordait néanmoins toute confiance, prit une fausse voie. En 1728, il réussit à produire une substance nouvelle, qui fut désignée sous le nom de *porcelaine de Réaumur*. Mais cette désignation lui a été donnée à cause de son apparence, plutôt que pour ses qualités réelles, car elle n'est rien autre chose que du verre dévitrifié, comme nous l'avons expliqué dans cet ouvrage, en parlant du verre, dans la Notice qui précède celle-ci.

Il faut ajouter, du reste, que Réaumur reconnut promptement l'erreur dans laquelle il était tombé. Lorsqu'il eut reçu des échantillons du kaolin et du *pe-tun-tse* (feldspath) de la Chine, il se mit à faire des recherches pour découvrir en France des argiles ou des minéraux semblables, recherches qui toutefois n'aboutirent à aucun résultat.

En 1740, les frères Dubois, anciens ouvriers de la manufacture de Chantilly, proposèrent au marquis d'Orry, ministre des finances, de lui révéler le secret de la composition de la porcelaine de Chine. Le ministre accueillit leur proposition, et fit établir à Vincennes un laboratoire pour leurs expériences. Mais les essais des Dubois ne réussirent pas, et ils furent renvoyés de l'établissement, à cause de leur inconduite. On les remplaça par Gravant, homme intelligent, actif, qui commença à fabriquer de la porcelaine tendre.

Gravand vendit le secret de cette fabrication au frère du ministre des finances, à Orry de Fulvy. Ce dernier, c'est-à-dire le frère du ministre, s'associant à Charles Adams, sculpteur renommé, créa une compagnie pour la production de la porcelaine tendre. Cette compagnie était protégée par un privilége de trente années, et la permission d'établir les ateliers dans le château de Vincennes pour une durée de trente ans à partir de 1745.

Le directeur de la manufacture de Vincennes était Boileau, homme instruit et intelligent, qui sut s'entourer de savants et d'artistes capables de faire prospérer l'établissement. Le chimiste Hellot était son conseiller scientifique.

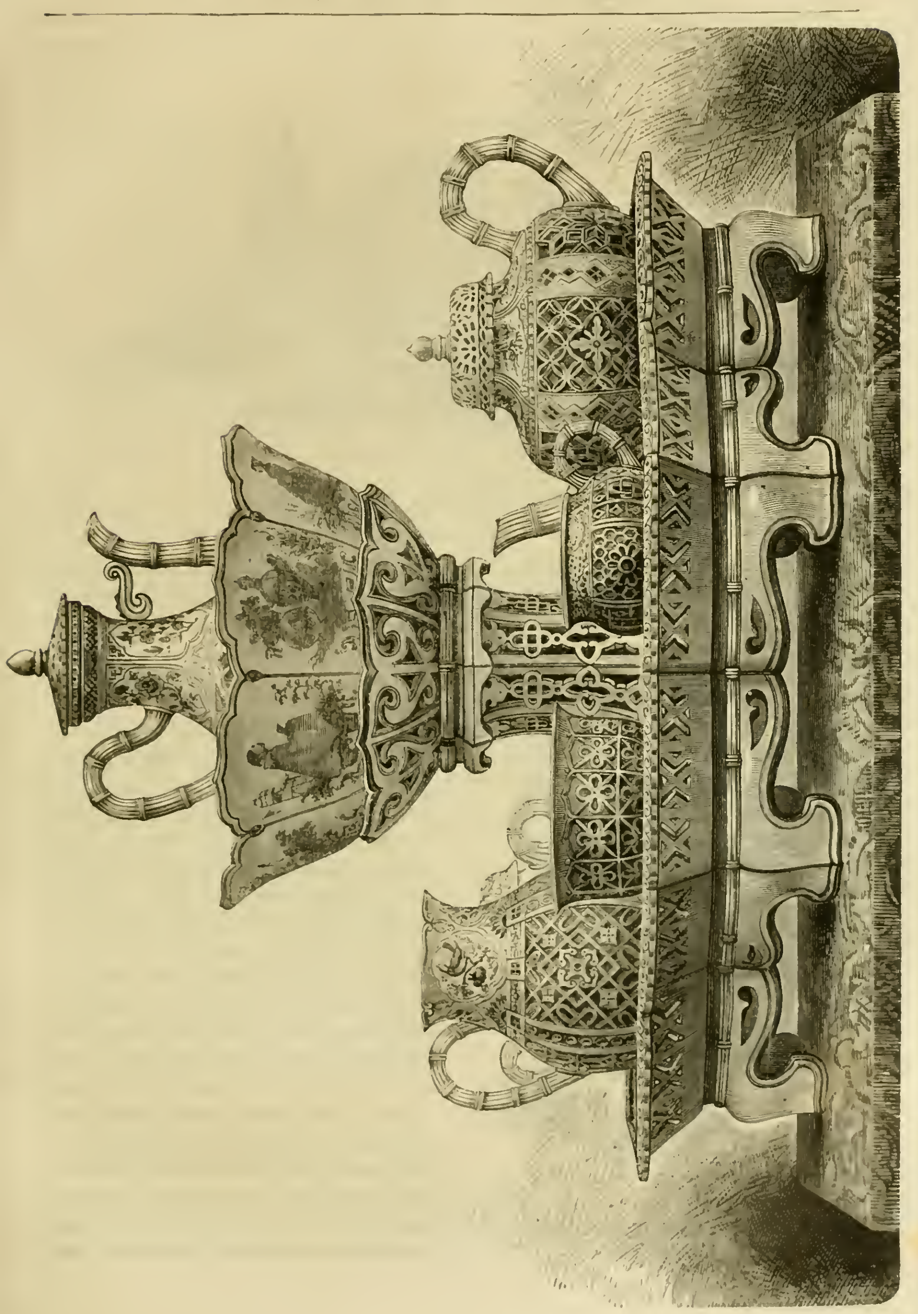
Le secret de la dorure sur porcelaine fut acheté par Boileau, au frère Hippolyte, les procédés de la peinture sur porcelaine au sieur Caillot. Les décors et peintures de cette manufacture furent presque tous copiés sur les modèles de la Chine et du Japon.

C'est à Boileau que l'on doit ces belles pièces en pâte tendre qui ont acquis une si grande réputation à la manufacture de Vincennes, laquelle, comme nous allons le voir, devint bientôt la manufacture de Sèvres.

En 1753, comme l'établissement ne prospérait pas, on fit prendre au roi Louis XV un tiers des actions de la manufacture de



Fig. 228. — Vase de la Manufacture de Sèvres, style persan, 2/9 de grandeur naturelle.



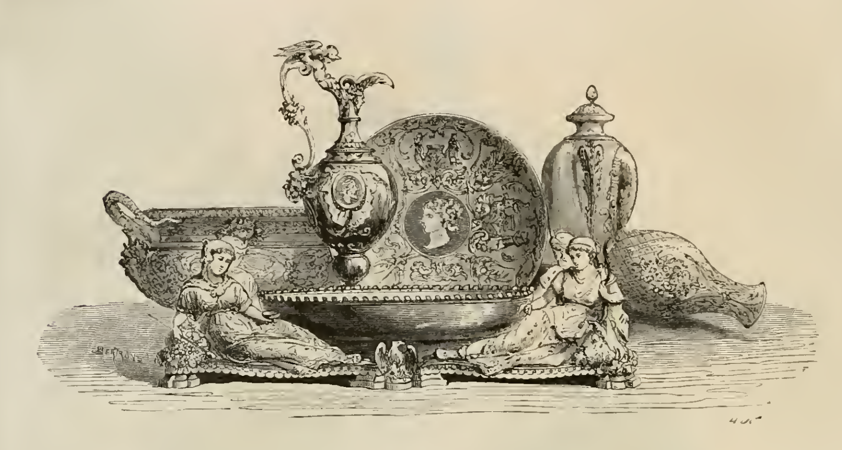


Fig. 230. — Diverses pièces en porcelaine de Sèvres.

Vincennes, qui reçut, à cette occasion, le titre de Manufacture royale.

En 1756, la manufacture, ayant beaucoup gagné en importance, fut transportée à Sèvres.



Fig. 231. — Vase à anse triple, en porcelaine de Sèvres.

En 1761, Louis XV acheta la manufacture et le reste des actions, et resta seul propriétaire, en laissant Boileau comme directeur, avec une allocation de près de 100,000 livres, pour les dépenses annuelles de l'établissement.

On faisait tous les efforts, dans la manufacture de Sèvres, pour arriver à fabriquer de la porcelaine de Saxe, mais on n'y parvenait pas. Boileau savait fort bien (car il avait acheté ce secret en 1761, du fils de Hanong, directeur de la fabrique de porcelaine de Frankenthal, en Bavière) que les porcelaines de Saxe et de Chine s'obtenaient au moyen du kaolin, pour la pâte, et du feldspath, pour le vernis; mais les matériaux premiers, c'est-à-dire le kaolin et le feldspath, manquaient. Sèvres continuait donc à ne fabriquer que de la porcelaine tendre, c'est-à-dire une poterie d'un usage excellent pour le décor et la peinture, parce que les couleurs s'incorporent facilement dans sa couverte, mais de peu de résistance pour un usage journalier. On citait avec admiration le magnifique service qui fut composé pour l'Impératrice de Russie. Cependant c'était

toujours de la porcelaine tendre, dont la France était parvenue à faire adopter le goût en Europe ; ce n'était pas encore la porcelaine de la Chine, à base de kaolin.

Mme de Pompadour aimait beaucoup la céramique. C'est à elle qu'on doit l'établissement de la manufacture de Sèvres sur le pied splendide où elle existe aujourd'hui. Elle avait encouragé toutes les tentatives faites en France pour imiter les porcelaines de Saxe. Un jour, Adams lui ayant présenté quelques admirables échantillons de porcelaine arrivés de Chine, elle ordonna de poursuivre les recherches avec plus d'ardeur que jamais.

La manufacture de Sèvres fabriquait sa porcelaine tendre, en attendant qu'un heureux hasard — nous avons vu que le hasard a joué un grand rôle dans tous les progrès de la céramique — vînt révéler l'existence en France de la précieuse matière qui seule peut donner la porcelaine dure, c'est-à-dire du *kaolin* (1).

Un premier pas fut fait en 1760, vers cette heureuse découverte.

Le fils du régent, Louis d'Orléans, avait fondé à Bagnolet, un laboratoire, dans le but spécial de chercher la pierre philosophale de cette époque, c'est-à-dire la porcelaine de Chine. Il avait mis à la tête de ce laboratoire un minéralogiste en renom, le docteur Guettard, à qui l'on doit le premier essai d'une carte géologique de la France. En 1760, Guettard découvrit près d'Alençon un gisement de kaolin.

Malheureusement cette roche était fort impure. Guettard fabriqua de la porcelaine avec le kaolin d'Alençon ; mais cette porcelaine était grise et fort inférieure à celle des Chinois ; ce qui n'empêcha pas Guettard d'adresser, en 1765, à l'Académie des sciences, un mémoire très-laudatif sur sa découverte.

Le hasard que l'on attendait toujours arriva enfin. Il se révéla à une femme de Saint-Yrieix, aux environs de Limoges.

Mme Darnet, femme d'un chirurgien de Saint-Yrieix, avait remarqué dans un ravin situé près de cette ville, une terre blanche, onctueuse, qui lui parut propre à blanchir le linge. Elle emporta cette argile et la fit voir à son mari. Ce dernier y soupçonna des caractères d'une tout autre nature. Pour éclaircir ses doutes — doutes qui ne seraient pas venus à l'esprit d'un homme sans instruction — Darnet se rendit à Bordeaux, et montra la terre blanche à un pharmacien, nommé Villaris. Ce dernier, qui avait entendu parler des recherches qui se faisaient alors sur tous les points de la France, pour y découvrir le *kaolin*, crut reconnaître les caractères de cette terre dans l'argile de Saint-Yrieix. Il partit donc avec Darnet, pour Saint-Yrieix, et sans plus tarder il expédia un échantillon de cette argile à Macquer, chimiste de Paris, qui s'était occupé des recherches sur les argiles propres à faire la porcelaine chinoise.

Macquer reconnut tout aussitôt le kaolin dans l'argile qui lui était envoyée, et il s'empressa de se rendre, de sa personne, à Saint-Yrieix, pour juger de l'importance et de la qualité de ce précieux gisement.

C'est en août 1768, que Macquer fit ce voyage. Par des expériences qu'il exécuta ensuite à Sèvres, Macquer changea tous les doutes en certitude, car il obtint, avec cette argile comme base, une excellente porcelaine dure.

« Ainsi, dit Brongniart, cette trouvaille, due au hasard, en passant en peu de jours entre les mains de trois personnes successivement plus instruites, devint une découverte d'une grande influence sur l'industrie céramique de la France. »

(1) Dans un mémoire intitulé *l'Art de la porcelaine*, par le comte de Milly (in-4° de 60 pages avec planches, Paris 1771) on trouve décrits les procédés qui étaient employés à la fin du notre siècle en Saxe et à la manufacture de Sèvres pour la fabrication de la porcelaine. Mais il faut bien noter qu'il ne s'agit encore ici que de la porcelaine tendre, c'est-à-dire fabriquée sans kaolin.



Fig. 232. — Vase en porcelaine de Sèvres, 2/10 de grandeur, dit Cuve ovale Ducerceau.

Cette influence se traduisit par des millions, qui se répandirent en peu d'années en France et en Europe.

Que devint Mme Darnet, à qui cette découverte était due? On doit penser qu'elle reçut une récompense nationale pour la brillante industrie dont elle avait doté la France? Hélas, Mme Darnet fut complétement oubliée. A la mort de son mari, elle était dans la misère. En 1823, elle se rendit à pied à Paris, où elle épuisa ses ressources en sollicitations inutiles. Elle implorait en vain un secours du roi.

« Mme Darnet, dit Brongniart, vivait encore en 1825; elle était dans la misère et vint me voir pour implorer un secours du moment, afin de retourner à pied à Saint-Yrieix, comme elle en était venue. On lui donna immédiatement tout ce qui lui était nécessaire, et le roi Louis XVIII lui accorda, sur ma proposition, une petite pension sur la liste civile... »

« C'était, ajoute Brongniart, une dette de la France pour une découverte, fortuite il est vrai, mais qui a procuré à ce pays un genre d'industrie auquel on doit un grand mouvement de fonds et de travaux et une immense exportation. »

Ce fait impressionne douloureusement. On laisse dans la misère, pendant cinquante ans, la femme qui a révélé à la France les matériaux précieux qui permirent à l'industrie céramique de prendre chez nous un essor inattendu, et il faut que la pauvre solliciteuse fasse cent lieues à pied pour obtenir un aussi modique secours de la charité royale!

L'industrie française possédait enfin le kaolin. C'est dire que la porcelaine dure fut bientôt fabriquée. Les essais commencèrent à la manufacture de Sèvres, en 1766. En juin 1769, Macquer présentait à l'Académie des sciences des pièces de porcelaine



Fig. 233. — Vase en émail de Sèvres, 3/10 de grandeur naturelle, dit Vase Génicault.

dure, identique à la porcelaine chinoise, et il lisait un mémoire dans lequel il décrit les caractères et les qualités de cette porcelaine, mais *sans faire connaître encore les procédés employés pour sa fabrication*.

Arrêtons-nous sur cette dernière particularité, pour signaler un reproche que l'on adressait autrefois à la manufacture de Sèvres, comme aux autres établissements royaux. Lorsque, dans ces fabriques officielles, on découvrait un procédé nouveau, il était enjoint à tous les particuliers se livrant

à la même industrie, de ne pas se servir du procédé nouvellement inventé. Bien plus, on défendait aux établissements particuliers de se servir de certaines pâtes, d'orner leurs porcelaines de dorures, d'employer certains dessins. Si bien que les progrès réalisés, au lieu de contribuer au progrès de l'industrie particulière, formaient une barrière contre elle, ce qui allait directement contre les intentions du roi, fondateur de cet établissement modèle. Heureusement ces abus ont disparu. En France, comme en tout pays, chaque fabrique de porcelaine peut aujourd'hui employer librement les procédés nouveaux que révèlent chaque jour la chimie et les arts, et la manufacture de Sèvres, qui comprend parfaitement sa mission, a toujours le souci de répandre dans l'industrie privée les perfectionnements, les découvertes, les modèles qui émanent de cette usine privilégiée et sans rivale. Au siècle dernier, on n'usait pas de ce système libéral, qui nous paraît tellement naturel, que nous sommes étonnés d'apprendre qu'il n'ait pas toujours existé.

Les premiers essais de la manufacture de Sèvres ne furent guère remarquables au point de vue de l'art. Les formes des vases de Sèvres qui remontent à cette période de début, sont raides et sans élégance. Du reste, dans le principe, les directeurs de Sèvres ne songeaient nullement à étudier les modèles que nous a légués l'Antiquité. En Saxe, au contraire, les artistes s'inspiraient toujours des chefs-d'œuvre de la Grèce, ce qui a pendant longtemps donné la suprématie à la porcelaine de Saxe. Sous Louis XVI les potiers français se mirent, à leur tour, à étudier les vases grecs, et bientôt le goût qui distingue toutes les productions de notre nation, se fit remarquer aussi dans les pièces de porcelaine.

La porcelaine tendre n'avait été faite avec perfection que de 1740 à 1769. Les modèles les plus recherchés sont ceux recouverts de bleu de roi, de bleu turquoise et de *rose-Dubarry ;* mais il n'existe plus beaucoup de porcelaines de cette nature, et les marchands de curiosités qui ne veulent pas en manquer la vente, ont recours aux supercheries les plus étranges pour les imiter.

Voici un fait que raconte M. Marryat :

« En 1860, les anciennes réserves de la manufacture de Sèvres furent vendues aux enchères publiques. On vit à cette vente plusieurs personnes qui, non contentes de porcelaines dont elles s'étaient rendues adjudicataires, s'empressaient d'acheter à d'autres toute la porcelaine tendre dont elles pouvaient disposer. On ignora longtemps le mobile de ces acheteurs, dont les actes restèrent un mystère pour tout le monde. Mais l'on apprit enfin qu'ils avaient découvert un procédé à l'aide duquel ils enlevaient le dessin original et l'émail, ce qui leur permettait de colorer de nouveau la pièce en turquoise ou en toute autre nuance, et d'ajouter des peintures ou des médaillons en imitation du style de l'ancienne pâte tendre ; ils centuplaient ainsi la valeur des pièces (1). »

Comme le bleu turquoise est le plus estimé, il existe plus de pièces retouchées de cette couleur que de toute autre, et aujourd'hui que la vieille porcelaine de Sèvres est excessivement rare, on emploie pour l'imiter, la porcelaine blanche de Derby. M. Marryat dit qu'un marchand de porcelaine réalisa jadis une fortune considérable par ce moyen frauduleux.

Les têtes couronnées ne sont pas à l'abri des fraudes de cette nature. Un service à déjeuner, orné de portraits de Louis XIV et des principales dames de sa cour, fut offert, en 1816, à Louis XVIII, comme ayant été fait pour son grand-père, le roi Louis XV. Le roi l'envoya à Sèvres, pour faire constater son authenticité. L'irrégularité des marques, jointe à l'anomalie des formes, surtout de celle du plateau, dont le style était celui qui ne fut trouvé qu'en 1788, donna la preuve évidente de la fraude. Ce service,

(1) *Histoire des poteries, faïences et porcelaines*, traduction française, t. II, p. 221.

qui n'avait plus de valeur pour le roi, resta au Musée de Sèvres, comme échantillon des contrefaçons frauduleuses.

La manufacture royale de Sèvres resta sous la direction de Boileau jusqu'à sa mort, arrivée en 1774. Elle passa ensuite entre les mains de Parant, puis, en 1779, de Régnier.

En 1793, Régnier fut, tout naturellement emprisonné, comme serviteur du roi. On craignait beaucoup pour la manufacture ; mais la république fut clémente envers cette institution de la royauté. Elle la protégea, et même l'encouragea, puisqu'elle mit à sa tête trois commissaires du gouvernement, dont un représentant du peuple, nommé Batelier.

Ce régime dura jusqu'à l'année 1800. A cette époque, le frère du premier consul, Lucien Bonaparte, étant ministre de l'intérieur, nomma directeur de la manufacture de Sèvres, Alexandre Brongniart.

Ce savant, qui a laissé une trace si profonde dans la géologie, qui fut le collaborateur de Cuvier, et qui s'est immortalisé par ses études géologiques du bassin de Paris, resta directeur de la manufacture de Sèvres pendant quarante-sept ans, c'est-à-dire jusqu'à sa mort, arrivée en 1847.

Il fut remplacé par Ebelmen, lequel mourut en 1851, et M. Victor Regnault, le célèbre physicien, devint directeur de la manufacture de l'État.

A la suite des événements funestes de la guerre de 1870, M. Victor Regnault ayant perdu son fils, le peintre Henri Regnault, dans les circonstances glorieuses que chacun connaît, M. Regnault se démit de toutes ses places, et abandonna la direction de la manufacture de Sèvres. Il a été remplacé en 1871 par M. Louis Robert, fils d'un peintre sur porcelaine d'un grand talent, et lui-même artiste et élève de M. Brongniart et du chimiste Dumas. M. Louis Robert s'attache à conserver à la manufacture de Sèvres les traditions qui ont fondé sa juste réputation. Il poursuit activement la fabrication de la porcelaine tendre, anciennement abandonnée par M. Brongniart, et reprise depuis M. Ebelmen avec des succès divers.

La manufacture de Sèvres s'est enrichie par les soins de Brongniart et de ses successeurs, d'un magnifique musée où se trouvent réunies toutes les pièces qui intéressent l'art de la poterie et sa fabrication. Entretenu et conservé par la patience et la persévérance de M. Riocreux, le musée de Sèvres a aujourd'hui pour conservateur M. Champfleury, le romancier dont chacun connaît les œuvres et le talent, ainsi que ses travaux sur la céramique.

Les porcelaines de Sèvres à pâte tendre ou à pâte dure seront toujours recherchées partout.

Il est d'autant plus nécessaire de soutenir et d'encourager la manufacture de Sèvres, que l'industrie française a plus que jamais besoin de son secours pour les progrès de la fabrication, et de ses modèles pour la bonne direction artistique. La France, habituée à triompher quand il s'agit d'objets d'art, rencontre aujourd'hui pour la céramique, des rivales très-sérieuses dans l'Angleterre, dans l'Allemagne et même dans l'Italie, sans compter les États-Unis d'Amérique.

Nous venons d'indiquer la concurrence sérieuse que l'Angleterre fait à la France, au point de vue de la céramique. Il s'agit, bien entendu, non de la porcelaine dure qui ne se fabrique pas en Angleterre, mais de la porcelaine à pâte tendre, *naturelle*, laquelle est, comme nous l'avons dit, à base de kaolin.

Il paraît que cette fabrication existait en Angleterre dès 1745, à Chelsea. Les matières premières qui entrent dans la composition de cette porcelaine tendre sont à peu près les mêmes que celles qui entrent dans la



Fig. 234. — Vase en porcelaine de Sèvres, 3/20 de grandeur naturelle, dit Vase carafe étrusque Ire.

faïence fine, à savoir : le kaolin argileux de Cornouailles (*Cornies clay*) ; le kaolin caillouteux (*Cornics stone*) ; des os pulvérisés (phosphate de chaux) ; de l'argile plastique ; du silex pyromaque calciné ; enfin du sable quartzeux.

Brongniart reconnaît que la porcelaine tendre anglaise est faite par des procédés plus simples, plus sûrs, plus économiques que l'ancienne porcelaine tendre française. Tenant à la fois de la porcelaine dure et de la faïence fine, elle se distingue de la pre-



Fig. 235. — Vase en porcelaine tendre de la manufacture de Sèvres, 3/10 de grandeur naturelle.

mière parce que sa pâte est plus fusible et que sa glaçure est plombifère, et de la seconde parce que sa pâte est transparente et que son vernis est plus dur.

Ajoutons a ces diverses qualités que cette porcelaine se prête mieux à la décoration et à la peinture, parce qu'on peut y appliquer un plus grand nombre de couleurs, et nous aurons l'explication du succès de la porcelaine tendre anglaise.

L'exportation des porcelaines tendres anglaises atteint un chiffre considérable, et ce qui est assez curieux, on en expédie un très-grand nombre en Chine, où cette porcelaine est recherchée par tous les amateurs de curiosités.

Nous donnons (*fig.* 236) un spécimen de la porcelaine de Chelsea. C'est un vase de 55 centimètres de hauteur, élégamment orné, fond or, décoré de dessins chinois.

CHAPITRE XXVII

MANUFACTURES DE PORCELAINE DE FLORENCE, DE VENISE, DE TURIN ET DE NAPLES. — LA PORCELAINE EN ESPAGNE ET EN PORTUGAL.

Ce n'est pas seulement en France et en Angleterre que furent établies, au XVIIIe siècle, des fabriques de porcelaine. En Italie, en Espagne et en Portugal, des manufactures pour la fabrication de cette précieuse poterie furent créées dès que l'on eut une connaissance exacte ou approximative des procédés de fabrication de la porcelaine tendre ou dure. Les porcelaines de Saxe et de Chine se trouvèrent ainsi promptement imitées dans toute l'Europe.

Après la manufacture de Sèvres, les manufactures de Doccia, près de Florence, et de Capo di Monte, aux portes de Naples, sont les plus célèbres.

Le marquis Charles de Ginori appartenait à une de ces nobles familles de Florence qui, par l'importance de leurs biens et l'autorité de leur nom, rappelaient les petits souverains d'Allemagne. Comme eux, le marquis Charles de Ginori voulut avoir sa fabrique presque royale de poteries et de porcelaine. Il choisit pour l'emplacement de cette manufacture, une propriété qu'il possédait à Doccia, près de Sesto, à une lieue de Florence. En 1735, il commença à y faire fabriquer des poteries et de la porcelaine. Un privilége spécial pour cette fabrication en Toscane, protégeait l'établissement.

Le marquis Charles de Ginori était un grand agriculteur et un homme de haute intelligence. Il avait créé un jardin botanique à Doccia, et fondé une colonie d'émigrés de Naples et d'autres pays, sur les bords marécageux de la Ceccina, qu'il avait réussi à assainir au moyen d'un véritable système de drainage. Ces colons lui servirent à expédier, en 1744, seize vaisseaux pour la pêche du corail. C'était en un mot un de ces grands seigneurs de l'ancienne Italie, que l'on voyait toujours à la tête des idées de civilisation et de progrès.

Le marquis Charles de Ginori ayant reçu du grand-duc de Toscane, une mission diplomatique à Vienne, auprès de l'empereur François Ier, se mit en rapport avec un chimiste habile de ce pays, Charles Wandelein. Il le ramena avec lui à Florence, en 1740, pour le mettre à la tête de sa manufacture.

Quelques années après, le marquis envoya à ses frais un navire en Chine pour en rapporter le kaolin et le *petun-tsé* nécessaires à la fabrication de la porcelaine.

La fabrique de Doccia commençait à répandre ses produits en Toscane, lorsque le marquis mourut en 1757.

Son fils, le sénateur Lorenzo Ginori, lui succéda et augmenta beaucoup la manufacture de Doccia. Dès cette époque, on y fabriquait des statues et des grands vases en porcelaine, et on exportait ces produits dans les États voisins.

Charles-Léopold Ginori, successeur du sénateur Lorenzo, inventa un nouveau genre de four, que Brongniart décrit dans son ouvrage. Il construisit une grande salle destinée à exposer les produits de la manufacture ; il établit une école de dessin, et attira auprès de lui plusieurs artistes de mérite.

Mort en 1837, Charles-Léopold Ginori eut pour successeur le marquis actuel, Pierre Lorenzo de Ginori-Lisci.

La fabrique de porcelaine et de poteries de Doccia jouit actuellement d'une grande renommée en Italie. Deux mille personnes, tant ouvriers qu'artistes, y travaillent. Jusqu'en 1812, elle avait joui d'un privilége spécial qui lui assurait le monopole de la

fabrication de la porcelaine en Toscane. Ce privilége lui fut retiré à cette époque.

Un beau parc fait partie de l'établissement. On y a établi des écoles pour les enfants et les ouvriers, une caisse d'épargne, et tout ce qui peut contribuer au bien-être physique et moral des employés. Dans une chapelle sont les tombeaux en porcelaine des quatre marquis à qui l'on doit la création et les progrès de la manufacture (1).

Comme il n'existe pas de kaolin en Italie, la manufacture de Doccia fait venir cette matière de Saint-Yrieix. La porcelaine dure qui provient de cet établissement égale, sous plus d'un rapport, la porcelaine française. En outre, on produit à Doccia, une porcelaine spéciale que Brongniart appelle « porcelaine hybride » et qui est un mélange de porcelaine dure et de poteries préparées avec des matériaux du pays. On connaît en Italie ce dernier produit sous le nom de *terraglia*.

Les pièces anciennes de porcelaine de Doccia sont très-estimées ; leur caractère, c'est l'imitation, pour le dessin et le décor, de la porcelaine de Chine.

La porcelaine de Sèvres est également imitée à Doccia.

Les peintures qui ornent les porcelaines de Doccia sont remarquables. Des sculptures et des groupes de figures d'un grand cachet artistique, sont sortis de cette manufacture. De nos jours, le marquis de Ginori a donné une grande impulsion à l'imitation des anciennes majoliques italiennes.

L'artiste de Doccia le plus renommé actuellement, est Lorenzo Beccheroni, qui a exécuté de remarquables miniatures sur les vases et les services de porcelaine.

La manufacture de Doccia est, en résumé, pour l'Italie, ce qu'est pour la Saxe celle de Meissen, et pour la France, celle de Sèvres, c'est-à-dire un établissement modèle. Seulement le côté industriel est beaucoup plus développé à Doccia qu'à Meissen et à Sèvres, car la porcelaine de Doccia se vend en grande quantité dans toute l'Italie, à l'opposé des fabriques de Meissen et de Sèvres pour lesquelles la vente au public n'est qu'un accessoire.

Nous ne dirons rien des fabriques de porcelaine qui furent établies à Venise à la fin du siècle dernier, et qui cessèrent d'exister en 1812.

Une autre fabrique de porcelaine située à Bassano, en Lombardie, a également cessé de nos jours sa production.

Turin a possédé une manufacture de porcelaine assez importante. Créée à la fin du siècle dernier, par le docteur Gioanetti, elle prit une certaine extension à partir de 1810, mais ses produits n'ont jamais pu rivaliser avec ceux de Doccia.

Le lieu du monde où l'on a fabriqué les plus belles porcelaines (si l'on excepte la Chine et le Japon), c'est Naples, ou si l'on veut Capo di Monte, qui n'est qu'un faubourg montueux de Naples, au sommet duquel se trouve le palais des anciens rois de Naples.

La fabrique de porcelaine de Capo di Monte fut établie par le roi des Deux-Siciles, Charles III, en 1736. Il est à croire que le secret de la fabrication de la porcelaine de Saxe avait pénétré à Naples par quelques ouvriers saxons, ou que la femme du roi, Amélie de Saxe, avait obtenu communication de ce secret. Quoi qu'il en soit, le roi Charles III attachait la plus grande importance à cette création, et il travaillait, dit-on, de ses propres mains dans l'atelier des mouleurs. Sa femme, Amélie de Saxe, prenait le même intérêt à tout ce

(1) *Una visita alla manifattura di porcellane di Doccia* Firenze, 1840, et *Notizie biographiche intorno al Marchese Leopoldo-Carlo Ginori*, Firenze, 1847, par l'abbé Lambruschini.

qui concernait la porcelaine. Pendant la foire qui se tenait tous les ans devant le palais du roi, on dressait une boutique pour la vente des porcelaines, et l'on portait à Charles III, chaque matin, la note de ce qui avait été vendu, avec le nom des acheteurs.

Lorsqu'il fut obligé, en 1759, de quitter Naples, pour aller occuper le trône d'Espagne, Charles III emmena avec lui vingt-deux ouvriers de la fabrique de Capo di Monte. Avec ce noyau de praticiens, il fonda à Madrid la fabrique de porcelaine du *Buen Retiro*, dont nous parlerons plus loin.

Le roi Ferdinand Ier, qui avait succédé à Charles III, comme souverain du royaume des Deux-Siciles, n'avait pas hérité de la passion de son prédécesseur pour la céramique. Il enleva à la fabrique de Capo di Monte son monopole et rendit libre cette industrie dans les États Napolitains. Il arriva, dès lors, que les ouvriers de la fabrique royale entrèrent dans les fabriques particulières, et que celle-ci ne tarda pas à décliner.

La longue série des révolutions qui affligèrent Naples, au commencement de notre siècle, eurent pour résultat d'affaiblir beaucoup la fabrique de Capo di Monte. Elle cessa d'exister en 1821. On voit cependant encore dans l'ancien établissement royal, situé dans la rue de la *Sanita*, de précieux échantillons de cette ancienne manufacture.

M. Marryat dit, en parlant des échantillons de Capo di Monte, qui existent dans cette collection :

« Les services à thé et à café sont peut-être les plus magnifiques objets en porcelaine qui soient jamais sortis des manufactures européennes, tant pour la transparence et la ténuité de la pâte, comparable à la coquille d'œuf orientale, que pour les formes élégantes des pièces, et le tour gracieux des anses formées de serpents. Le modelé délicat des groupes et sujets classiques et mythologiques en relief qui ornent les parois de ces pièces, est surtout digne de toute notre admiration. Ces groupes, peints et dorés, forment un contraste agréable avec le glacé du fond.

« La meilleure collection de ces porcelaines est celle du palais royal à Portici, dont lady Blessington fait, dans *Idler in Italy*, la description graphique suivante :

« Un des salons de Portici attira plus particulière-
« ment notre attention. Le plafond et les murs sont
« couverts de plaques de la plus belle porcelaine de
« l'ancienne et célèbre manufacture de Capo di
« Monte, dont les échantillons sont aujourd'hui de-
« venus si rares. Ces plaques sont ornées de paysages
« et de groupes peints d'une manière admirable, et
« encadrées de guirlandes de fleurs de grandeur
« naturelle, des couleurs les plus riches et les plus
« variées, en relief, entremêlées d'oiseaux au plu-
« mage éclatant, d'écureuils et de singes; le tout en
« porcelaine. Les lustres et les cadres des glaces sont
« également en porcelaine. L'effet est singulière-
« ment beau. Le parquet de ce salon était autrefois
« recouvert, comme le plafond et les murs, de por-
« celaine du même style ; mais on dit que le roi, à
« l'époque où il fut forcé de quitter Naples, avait eu
« l'intention d'emporter toutes les décorations de
« ce salon, dont il n'a eu le temps que d'enlever les
« plaques qui recouvraient le parquet. »

« Cette rare porcelaine ne se rencontre aujourd'hui que dans un très-petit nombre de collections. Feu lady Blessington en avait deux services de tasses avec soucoupes, lesquels, à la vente des meubles de Gore-House, réalisèrent les prix très-élevés de 18 guinées la paire. Le pot à crème s'est vendu 26 guinées, et un autre pot à crème 20 livres sterling. A la vente Bernal : des tasses avec soucoupes de cette même porcelaine se sont vendues de 31 à 36 livres sterling la paire ; et un compotier avec couvercle, 51 livres sterling. Une petite tabatière de l'ancienne composition à coquillage s'est vendue 31 livres sterling (1). »

La miniature est le genre particulier qui distingue les peintures des porcelaines de Capo di Monte. Quand on regarde les figures à la loupe, on y distingue le *pointillé* des chairs : c'est même là ce qui distingue ces porcelaines de leurs contrefaçons.

Les fresques de Pompéi et les peintures de Raphaël ont été souvent reproduites sur les grands vases de Capo di Monte. Cette même manufacture a produit beaucoup d'ouvrages en relief, style rocaille, avec coquillages et coraux.

(1) *Histoire des faïences et porcelaines*, traduction française, tome II, pages 277-278.



Fig. 236. — Vase en porcelaine tendre anglaise, de Chelsea.

Quels que soient leur date et leur style, les porcelaines de Capo di Monte sont les plus rares et les plus estimées de toutes les porcelaines européennes.

Nous avons dit que le roi de Naples, Charles III, fit établir dans les environs de Madrid, au *Buen Retiro*, une fabrique de porcelaine, avec les ouvriers qu'il avait amenés d'Italie. On comprend dès lors que la porcelaine espagnole ressemble beaucoup à la porcelaine napolitaine.

Un grand secret présidait aux opérations de cette dernière manufacture. Aucun étranger n'avait la permission d'y pénétrer. Le précepte du *secret absolu* régnait à Madrid, comme il avait régné à Meissen. James Townsend, qui visita Madrid, en 1785, écrit :

« J'ai voulu obtenir la permission de visiter la manufacture de porcelaine qui est administrée pour le compte du roi ; mais les ordres de Sa Majesté sont tellement formels qu'il m'a été impossible de me procurer l'autorisation désirée. Je n'ai même pas pu rencontrer une seule personne qui eût obtenu cette permission. J'en ai éprouvé pourtant peu de regret, car d'après les échantillons que j'ai vus de ses productions, cet établissement ressemble à celui de Sèvres, que j'avais visité lors de mon voyage en France. »

Don Antonio Ponz, dans son *Voyage en Espagne*, fait mention de cet établissement, en 1793 ; et Laborde, qui écrivait en 1808, dit :

« On ne fait de la porcelaine qu'à Alcora et à Madrid. Les productions de la première de ces deux manufactures sont très-ordinaires, et les quantités fabriquées peu considérables. La porcelaine de Madrid, au contraire, est très-belle; on peut sans exagération la considérer comme égale à celle de Sèvres. C'est une manufacture royale, mais on ne peut donner aucun renseignement au sujet de son état actuel, l'admission des étrangers étant rigoureusement interdite (1). »

La fabrique du *Buen Retiro* aurait probablement égalé celle de Naples par la perfection de ses produits, si les événements de la guerre d'Espagne n'étaient venus l'anéantir. Quand Murat s'empara de Madrid, en 1808, le *Buen Retiro* fut occupé par un corps de l'armée française. A la fin de la même année, Napoléon étant entré lui-même dans Madrid, et le *Buen Retiro* étant occupé par les troupes espagnoles, qui l'avaient fortifié, ce quartier fut enlevé d'assaut, et un millier d'Espagnols furent tués en le défendant.

Le 20 octobre 1812, à la suite d'autres événements de la même guerre, la *china*, ou manufacture royale de porcelaine, fut détruite complétement.

Le directeur de l'établissement détruit en 1812, M. Sureda, fonda, en 1827, une seconde manufacture à la Moncloa, près de Madrid. Le célèbre chimiste français, Proust, qui vivait à Madrid, a témoigné, dans une lettre adressée à Vauquelin, des qualités remarquables de cette porcelaine, qui était d'une pâte plus dure même que celle de Sèvres.

La porcelaine espagnole ressemble beaucoup à celle de Capo di Monte. On y trouve des objets de luxe et des articles de ménage. Les peintures et les dessins qui la décorent sont très-variés. On y voit souvent des groupes de figures ou des effets en relief.

Les anciennes porcelaines du *Buen Retiro* sont rares et très-estimées.

(1) Citation faite par Marryat (*Histoire des poteries, faïences et porcelaines*), page 281.

Disons, pour terminer, qu'une manufacture de porcelaine dure a été créée de nos jours en Portugal, à Vista-Alegre, près d'Oporto. Ses produits diffèrent peu de ceux du *Buen Retiro*.

CHAPITRE XXVIII

LA POTERIE AMÉRICAINE. — CIVILISATION AVANCÉE DES PREMIERS PEUPLES DE L'AMÉRIQUE. — LES POTERIES DE MITLA ET DE PALENQUE. — ANALOGIE DE LA CÉRAMIQUE MEXICAINE AVEC LA CÉRAMIQUE GRECQUE. — LES POTERIES DE L'AMÉRIQUE MÉRIDIONALE. — MÉLANGE SINGULIER DE TERRES CUITES CONTEMPORAINES, LES UNES ARTISTIQUES, LES AUTRES DIFFORMES. — DISTINCTION ENTRE LES POTERIES PROVENANT DES CÔTES ET CELLES DE L'INTÉRIEUR.

Nous terminerons cet historique des poteries en jetant un coup d'œil, comme nous l'avons annoncé dans le plan de cette Notice, sur la céramique chez les nations du Nouveau Monde.

Lorsqu'en 1492, Christophe Colomb eut découvert un nouveau continent, et qu'il en eut rapporté des produits naturels complétement inconnus, l'Europe fut véritablement éblouie. Cette nouvelle partie du monde réunissait toutes les merveilles. Seulement, et par une incroyable aberration, on s'imagina que les habitants de ces terres nouvelles devaient être des sauvages. Ce fut donc en esclaves qu'on les traita. La guerre et l'extermination le fer et le feu, voilà ce que les conquérants espagnols, avides d'or et de richesses, apportaient aux paisibles habitants du Nouveau Monde. Ce n'est que peu à peu que la vérité se fit jour. Chez ces populations que l'on considérait comme barbares, on découvrit des monuments d'une architecture remarquable ; on retrouva des manuscrits qui contenaient, au moins en partie, l'histoire des générations éteintes;

de sorte qu'aujourd'hui, les savants commencent à déclarer que l'Amérique a joui d'une civilisation brillante, qui fut peut-être antérieure à celle de l'Égypte, et dans tous les cas, au moins sa contemporaine, c'est-à-dire qui remonte à dix-huit ou vingt siècles avant J.-C.

Il n'entre pas dans notre plan de discuter la question de savoir si l'Amérique n'était pas jadis réunie, par le nord, à l'ancien continent, dont elle aurait été séparée par un cataclysme géologique. Mais ce qui appartient à notre sujet, c'est de constater que l'ancienne céramique américaine a beaucoup d'analogie avec celle des Grecs. Fait bien curieux à noter, les poteries les plus anciennes qu'on découvre en Amérique, sont celles qui se rapprochent le plus de la perfection de l'art classique, tandis que l'art semble reculer à mesure que les échantillons se rapprochent des temps modernes.

Les poteries les plus anciennes recueillies en Amérique sont celles du Mexique, particulièrement celles de Mitla et de Palenque. Viennent ensuite celles du Pérou.

Palenque était une ancienne ville située sur les confins du Yucatan et du Guatémala actuels. A l'époque de la conquête par les Espagnols, presque tous les habitants de la contrée furent mis à mort ; de sorte qu'une végétation luxuriante finit par couvrir les ruines de Palenque. Ces ruines, qui occupent aujourd'hui un espace d'environ huit lieues, au pied d'une chaîne de collines, furent découvertes, pour la première fois, en 1750. En 1787, on voyait quatorze édifices encore debout autour d'un grand temple. Ce temple, de forme pyramidale, comme ceux des Égyptiens, était assis sur une base présentant un parallélogramme de 360 mètres de tour et de 20 mètres de haut.

Mitla était située dans les environs de Palenque. La plupart des poteries, qui consistent en plateaux et urnes en pâte rouge, ont été trouvées dans des *tumuli*, ou cryptes. Elles étaient placées à terre ou dans des niches. Quelques-unes de ces pièces contenaient des ossements humains, entourés de chaux. Outre les poteries rouges, on a recueilli également des terres grises, très-dures, très-cuites, peut-être plus cuites que les vases grecs anciens.

La plupart de ces poteries sont couvertes d'une glaçure qui paraît être un vrai lustre silico-alcalin, bien supérieur par son état de vitrification et par sa couleur, aux plus beaux lustres des vases grecs et romains.

Ainsi, d'anciens peuples américains auraient trouvé la glaçure vitreuse propre à rendre les vases imperméables, bien avant les Européens, alors que ces peuples savaient à peine faire usage des vernis plombifères. Aussi Brongniart ne peut-il s'empêcher de s'écrier :

« Je ne vois que les Chinois, les Égyptiens et peut-être les Arabes, qui puissent être associés ou peut-être au moins comparés pour cette immense perfection des arts céramiques, à l'ancien peuple qui vivait autrefois sur le territoire de Mitla et de Palenque. »

La lampe de terre qui a été trouvée dans le temple de Mitla, appartient à l'époque la plus ancienne de la poterie américaine. Elle est en terre cuite rouge, et recouverte d'un vernis minéral incolore. Elle présente des ornements gravés à la pointe ; sa forme rappelle parfaitement l'art classique grec.

M. Demmin, à qui appartient cette lampe, croit que sa forme paraît démontrer la connaissance et l'usage du *tour à potier*. Brongniart avait dit, au contraire, qu'aucune des poteries anciennes de l'Amérique ne lui paraissait avoir été faite sur le tour. Mais Brongniart n'a pas connu les résultats des dernières fouilles opérées dans les ruines de Palenque et de Mitla.

Nous citerons encore quelques pièces curieuses.

M. Martin, ancien consul de France à Mexico, a réuni 16 à 17 objets de poteries de



Fig. 237, 238, 239, 240, 241. — Anciens vases mexicains trouvé dans les ruines de Palenque.

Mitla, qui sont des plus belles et des plus intéressantes. Parmi ces poteries se trouve un pot de 16 centimètres de hauteur ayant à peu près la forme d'un *tatou* (1) et couvert en dehors et en dedans d'une glaçure ou vernis (fig. 237). La pâte en est rougeâtre, fine, compacte et dure. La glaçure dont nous venons de parler a une épaisseur très-distincte; elle est d'un brun verdâtre ou jaunâtre avec

(1) Le *tatou*, ou *dasype*, est un genre de Mammifères de la famille des Edentés, remarquable par l'espèce de carcasse, composée de compartiments semblables à de petits pavés, qui recouvre leur tête, leur corps et souvent leur queue. Les tatous vivent en petites troupes dans les plaines et les bois. On peut en voir plusieurs couples au Jardin zoologique d'acclimatation, à Paris. Ce petit mammifère jouait un certain rôle dans la religion primitive des habitants de Palenque et de Mitla.



Fig. 242, 243. — Vases bijugués, de l'ancienne poterie péruvienne.

quelques reflets métalliques. D'autres pièces sont également de couleurs vives. On y voit des fleurons, des croix et des compartiments tachetés de jaune, de noir, de blanc et dautres couleurs mélangées.

Nous groupons dans une même page (fig. 237 à 240) plusieurs poteries recueillies aux environs de Mitla, dont un *vase hominiforme* de 16 centimètres de hauteur ayant probablement servi de porte-torche, ce que semble indiquer le tube creux qui est derrière la tête.

Les poteries mexicaines, ou *aztèques*, qui proviennent de générations plus modernes, sont loin d'avoir le mérite de la très-ancienne céramique dont nous venons de parler. Elles sont généralement en terre cuite rouge et sans vernis. On cite cependant comme remarquables un buste de Montezuma II (celui que Fernand Cortès fit mettre à mort) et des groupes qui ont été rapportés récemment du Mexique par M. Pingret. Un de ces groupes représente un sacrifice humain : la victime est renversée en arrière sur un bloc ; le prêtre lui ouvre le corps avec un couteau en silex et lui arrache le cœur.

Nous passons aux poteries de l'Amérique méridionale, aux poteries péruviennes, dont les plus anciennes ont été trouvées dans des tombeaux. Leur pâte est tantôt rouge, comme celle des vases grecs, tantôt noire, comme celle des vases étrusques. Elle est généralement mate, ou rendue luisante plutôt par frottement que par glaçure. Elle est peu cuite et perméable.

Les figures 242 et 243 représentent une forme de vases *bijugués* très-fréquente dans la poterie péruvienne.

Les fouilles opérées dans quelques *tumuli* ont amené la constatation d'un fait étrange : c'est que, parmi les poteries de l'ancienne Amérique, et qui sont pourtant contemporaines, les unes révèlent, par leur ornementation, un véritable génie artistique, tandis que les autres, s'écartant des données géométriques, imitent avec une grossièreté ridicule le galbe horrible des plus singuliers fétiches des sauvages. Ainsi dans les tombes des Aymaros de la Bolivie, de Quichua, de la côte du Pérou, M. Alcide d'Orbigny trouva pêle-mêle les terres cuites les plus disparates, les unes empreintes de toute la poésie de l'art, les autres difformes et hideuses.

Brongniart fait remarquer que c'est surtout par le genre d'ornementation que les anciennes poteries péruviennes et chiliennes se rapprochent le plus des anciennes poteries grecques. Les *méandres*, les *frises* sont fréquemment dessinés ou peints en diverses couleurs sur les vases anciens. D. Ulloa avait été déjà frappé de ces analogies. Il dit, en effet, dans son travail sur l'Amérique, qu'on a trouvé dans les tombeaux des Indiens de l'Amérique méridionale des vases de terre cuite, les uns en terre blanchâtre, les autres en terre noire, qui ressemblent à ceux des Grecs, des Égyptiens et des Romains.

Alcide d'Orbigny a fait une remarque qui ne manque pas de profondeur : c'est que dans les pays bas, sur les côtes, notamment à Lima et à Quito, les formes sont plus baroques. Ce sont des jeux hydrauliques à deux, à trois ou à quatre compartiments, des animaux, des fruits ; tandis que sur les plateaux élevés, les vases sont plus simples et d'un style plus sévère.

Un collectionneur de Paris, M. Lefèvre, possède une cinquantaine de pièces remarquables de la poterie péruvienne. Le plus grand nombre représentent des figures et des animaux fantastiques et même des sujets obscènes. Ces pièces appartiennent évidemment à la fabrication des côtes. M. Demmin possède une bouteille à goulot et à anses, provenant de la collection de M. Lefèvre, qui est surmontée d'une espèce de grenouille à tête fantastique, ressemblant à celle de l'hippopotame, animal inconnu en Amérique.

Nous réunissons dans un même groupe (fig. 244 à 249, p. 340), un certain nombre de poteries péruviennes antiques, à pâte noire.

Nous bornerons là nos indications historiques sur la poterie américaine ancienne.

Notre tableau historique des développements et des progrès de l'industrie céramique dans les deux mondes étant ainsi terminé, nous passons à un autre ordre de faits, c'est-à-dire à la description des procédés de fabrication de cette vaste série de produits divers qui constituent les poteries, les faïences et la porcelaine.

CHAPITRE XXIX.

CLASSIFICATION DES POTERIES. — PROPRIÉTÉS CHIMIQUES COMMUNES A TOUTES LES POTERIES.

Nous avons à étudier dans ce chapitre et dans ceux qui suivront, la fabrication des poteries, en comprenant sous ce nom le vase le plus commun qui sort des mains du potier de village, jusqu'à ces porcelaines peintes et décorées dont un seul exemplaire vaut à lui seul une fortune.

Pour bien exposer les procédés de fabrication des différentes poteries, il faut faire une classification rigoureuse, scientifique, de ces produits si nombreux de l'industrie et de l'art. Quand on a groupé les poteries en catégories naturelles, il est plus aisé d'expliquer et de faire comprendre les procédés de fabrication pour chacun de ces groupes.

Alexandre Brongniart, auteur du *Traité des arts céramiques*, une des œuvres les plus remarquables qu'ait produites l'industrie moderne, a donné une excellente classification des poteries. Les écrivains qui sont venus après l'illustre directeur de la manufacture de Sèvres, tels que Ebelmen et Salvétat, ont essayé d'autres classifications ; mais celle de Brongniart nous paraît devoir être préférée à la leur, car elle repose autant sur la considération de la nature des poteries, que sur les noms que le commerce emploie pour leur désignation.

Brongniart divise toutes les poteries en sept classes :

1° Terres cuites ;

2° Poteries communes ;

3° Faïences communes ;
4° Faïences fines ;
5° Grès-cérames ;
6° Porcelaine dure, ou chinoise ;
7° Porcelaine tendre, ou européenne.

Les poteries des trois premières classes sont tendres ; le fer peut les rayer ; celles des quatre dernières, quand elles proviennent d'une bonne fabrication, sont assez dures pour ne pas être entamées par une pointe d'acier.

Nous allons décrire la fabrication de ces sept espèces de poteries.

Mais avant de nous engager dans cet exposé, nous tracerons un tableau d'ensemble des propriétés chimiques des poteries. Lorsque l'on aura une idée exacte de la composition des poteries, de leurs propriétés chimiques, des éléments qui entrent dans leur constitution physique, on comprendra plus facilement les procédés que nous avons à décrire.

Une *poterie* n'est autre chose que de l'argile calcinée au feu.

Qu'est-ce que l'argile ? un silicate d'alumine. L'argile a la propriété, quand elle a été délayée dans l'eau en proportions convenables, de former une pâte liante, ductile, laquelle, sous l'impression des doigts, peut recevoir toutes les formes que l'on désire. Desséchée à l'air, cette pâte prend une consistance qui permet de la travailler au tour, de la modeler, de la sculpter, de la tailler, de lui donner toutes les formes possibles.

Si l'on cuit à la température du rouge la pâte argileuse ainsi modelée, elle prend des caractères tout nouveaux. Elle devient dure, cassante, sonore : elle ne peut plus se délayer dans l'eau, elle a perdu toute plasticité. L'argile cuite est une substance qui, physiquement, diffère totalement de l'argile non calcinée : toute la théorie de la fabrication des poteries réside dans la connaissance de ce fait général.

L'argile pure ne saurait être employée à la confection des poteries. Fabriquée avec de l'argile pure, une poterie se fendillerait et aurait un retrait trop considérable. Il faut donc ajouter à la matière plastique argileuse, une ou plusieurs substances que l'on nomme *dégraissantes* et qui empêchent le fendillement et le retrait de l'argile cuite. Ces substances *dégraissantes* sont le sable (silex ou quartz pulvérisé), le feldspath (silicate d'alumine et de potasse), la craie (carbonate de chaux), les os calcinés, le sulfate de baryte, enfin des fragments de poteries cuites mises en poudre, et que l'on désigne sous le nom de *ciment*. La magnésie et l'oxyde de fer peuvent également être ajoutés à l'argile pour la *dégraisser*.

La nature et la quantité des substances *dégraissantes* exercent une grande influence sur les propriétés des poteries. Le sable ajouté à l'argile donne une pâte infusible, qui convient à la fabrication des briques et des creusets. La chaux, la magnésie et l'oxyde de fer, communiquent à la pâte une demi-fusibilité. Si l'on ajoute à l'argile de la potasse ou de la soude à l'état de carbonate, on rend la poterie fusible presque à l'égal du verre, quand l'alcali est abondant. La porcelaine dite *tendre* n'est autre chose, comme on le verra, qu'une argile cuite avec une certaine quantité d'alcali, qui lui communique une demi-fusibilité et en fait une sorte de verre opaque.

En faisant convenablement varier la quantité et la nature de ces différentes bases, terreuses ou alcalines, on modifie la température nécessaire à la cuisson des pâtes céramiques.

Les poteries cuites sont poreuses et susceptibles d'absorber les liquides. On sait qu'une brique, par exemple, happe l'eau très-rapidement. Cette propriété constitue évidemment un inconvénient grave quand on veut consacrer les vases à renfermer des substances liquides. C'est pour enlever aux poteries



Fig. 244 à 249. — Anciennes poteries péruviennes.

cuites leur porosité et leur aspect rugueux, qu'on les recouvre d'un *vernis*.

On nomme *couverte*, ou *glaçure*, le vernis qui sert à recouvrir uniformément et à faible épaisseur, les poteries, pour leur enlever leur apparence grossière et les rendre impénétrables aux liquides.

La *couverte*, ou *glaçure*, est un émail à base d'oxyde de plomb, ou d'oxyde d'étain, c'est-à-dire un silicate de plomb ou d'étain. Très-fusible, comme tous les émaux, la couverte, ou glaçure, s'applique à l'état pulvérulent sur la poterie, après sa cuisson. Recouverte de l'émail en poudre, cette poterie est ensuite portée au four. L'émail fond par la chaleur, il se répand à la surface de la pièce, s'incorpore à la poterie dans les parties superficielles, et produit cet aspect lisse et vitreux que l'on remarque dans les poteries communes vernissées, dans la faïence et les grès-cérames.

Par une exception qu'il importe de noter, le vernis de la porcelaine n'est pas un émail : c'est un véritable verre, un verre fourni par la nature. Le feldspath, qui sert de vernis à la porcelaine dure, est, en effet, un verre qui se trouve tout formé dans le sein de la terre : c'est un silicate de potasse et d'alumine qui, étant appliqué sur les poteries, fond par la chaleur, et produit un excellent vernis, dur et transparent.

On va maintenant comprendre une par-

ticularité physique qui est fondamentale dans la contexture des poteries vernissées ou glaçées. Si la terre qui constitue la poterie est incolore, comme la terre de la porcelaine et celle de la faïence fine, on emploie pour glaçure un corps transparent et incolore, puisque l'on n'a pas à cacher une pâte grise ou colorée. Un verre artificiel, ou le feldspath, qui n'est qu'un verre naturel, substances fusibles au feu et incolores, fournissent ce vernis transparent. Si, au contraire, la terre de la poterie est grise ou noirâtre, il importe de cacher aux yeux sa couleur terne. Pour cela, on prend un vernis opaque, c'est-à-dire un émail d'oxyde d'étain ou de plomb.

Voilà pourquoi la porcelaine et la faïence fine dont la pâte est blanche, sont glacées avec du feldspath fondu, verre translucide, tandis que les poteries communes, dont la pâte est rougeâtre ou jaunâtre, parce qu'elles contiennent de l'oxyde rouge de fer, sont vernies avec un émail opaque, à base d'oxyde d'étain ou d'oxyde de plomb.

Après ces notions générales, nous allons donner la description des différentes opérations qui se rapportent à la fabrication des poteries.

Nous suivrons dans cet exposé, l'ordre tracé par la classification de Brongniart.

CHAPITRE XXX

FABRICATION DES TERRES CUITES OU POTERIES DE LA PREMIÈRE CLASSE. — LES BRIQUES, LES TUILES, LES TUYAUX, LES CREUSETS, LES CORNUES, LES CARREAUX, LES ALCARAZAS, LES OBJETS DE PLASTIQUE.

Briques.— Les briques furent les premiers matériaux de construction employés par les hommes dans les lieux où manquaient la pierre à bâtir, c'est-à-dire, le calcaire compacte.

Au début, on fabriqua les briques en moulant l'argile et se contentant de la sécher au soleil. Ensuite on y ajouta de la paille et du sable, ce qui augmenta leur consistance, enfin on les fit cuire dans des foyers.

Il est assez singulier que les briques, qui ont été fabriquées en si grandes quantités dès les premiers temps de la civilisation, ne se soient introduites que fort tardivement dans l'art de bâtir chez les peuples modernes. Ce fut seulement vers le IXe siècle après Jésus-Christ, que l'art de fabriquer les briques pénétra en Angleterre. Il ne devint général dans le même pays, que vers le XIVe siècle. C'est à la même époque que l'on commença à en faire usage en Italie, particulièrement en Toscane. On sait que de nos jours, l'usage des briques dans les constructions est immense en Europe, et qu'on a recours à ces matériaux de construction, alors même que la pierre à bâtir ne fait pas défaut.

La *terre à briques* est une argile ferrugineuse et exempte de craie. Il est rare que la terre à briques ne demande pas un mélange de sable, ou un travail d'élimination, pour rejeter les fragments de craie qui se trouvent souvent mélangés à l'argile dans les marnes, ou dans les argiles plastiques qui sont géologiquement inférieures à la craie.

C'est simplement en concassant la terre et la passant à la claie, que l'on purifie la terre à briques.

Le potier ne met pas immédiatement en œuvre la terre qui doit servir à mouler les briques. L'expérience a appris qu'il faut laisser la terre exposée pendant cinq à six mois à l'air libre, avant de s'en servir. Extraite de la carrière, au commencement de l'automne, la terre est étendue en mottes sur le sol de la briqueterie, pendant tout l'hiver, et exposée, jusqu'au mois d'avril, aux alternatives de la pluie, de la gelée et du soleil. Au bout de ce temps, elle est additionnée d'eau et malaxée, ou *marchée*, c'est-à-dire, longtemps pétrie avec les pieds. Si l'on doit

ajouter à la terre du sable ou d'autres substances, on fait le mélange dans une *tinne*, ou *tonneau* à *malaxer*, qui se compose d'un tonneau ordinaire, muni d'un *agitateur* mû à la main, et qui sert à mélanger intimement les terres.

Au sortir du tonneau à malaxer, la terre bien pétrie, arrive sur la table du *mouleur*, c'est-à-dire de l'ouvrier qui doit la façonner en formes régulières.

Les briques ont généralement la forme de parallélipipèdes allongés. De nos jours on façonne souvent des briques *creuses*, car on a découvert que ces matériaux ont la même force de résistance, que le parallélipipède soit plein ou qu'il soit creux. On épargne nécessairement, avec une brique creuse, une quantité notable de terre.

Qu'elles soient pleines ou creuses, les briques se façonnent soit *à la main*, soit *à la mécanique*.

Le *façonnage à la main* se fait au moyen d'un moule de bois, qui se compose d'un cadre résultant de l'assemblage de deux traverses verticales et de deux tables horizontales (fig. 252, p. 345).

L'ouvrier commence par sabler les moules, pour que la terre argileuse ne s'y attache pas ; puis il remplit l'interstice du moule avec la terre bien malaxée et convenablement humide. Il comprime la terre dans ce moule, et unit la surface supérieure avec un racloir en bois, qui porte le nom de *plane*.

Les carreaux d'appartement se moulent comme les briques.

Quand la brique est moulée, un apprenti la transporte (toujours dans le moule) sur l'*aire* de la briqueterie, dont le sol est sablé et bien nivelé. Pour les tirer dehors, il retourne le moule et le pose à plat sur le sol, en donnant un coup sec. Pour ne pas perdre de place, il aligne très-régulièrement en rangs, les briques, à mesure qu'il les retire de leur moule de bois.

Quelquefois l'ouvrier mouleur extrait lui-même les briques du moule, et les pose sur une planche. L'apprenti transporte sur l'aire cette planche, quand elle est entièrement garnie.

Aux environs de Paris le façonnage des briques se fait à la main, par une *brigade*, composée de trois ouvriers et d'un apprenti. L'un mêle, *marche* et prépare la terre. Deux autres moulent, l'un d'eux allant, de temps en temps, chercher la terre préparée. L'apprenti démoule et place les briques sur l'aire. Cette brigade fait en moyenne 7,000 briques par journée de 12 heures de travail effectif.

Quand les briques se sont un peu raffermies par un commencement de dessiccation à l'air, on les relève du *plat* où elles étaient posées, et on les met de *champ*. Quand leur consistance a augmenté encore par le progrès de la dessiccation, on enlève avec un couteau, les bavures provenant du moule; puis, les portant sur un banc de bois, on les bat et rebat sur toutes leurs faces, avec une batte de bois, semblable, en petit, aux *battoirs* des blanchisseuses.

Ainsi terminées, les briques sont portées au *séchoir*.

Le *séchoir* d'une briqueterie n'est qu'un hangar ouvert à tous les vents, mais pourvu d'un bon toit (fig. 252, p. 345). On forme, avec les briques, une espèce de muraille, à claire-voie, composée de quatre briques par rang. La plus haute rangée renferme un moins grand nombre de briques que celle du bas.

Depuis le commencement de notre siècle, on s'est évertué à combiner des appareils pour les fabriquer à la mécanique. Un volume ne suffirait pas à contenir tout ce que l'industrie a produit dans cette direction, pour n'arriver, en fin de compte, qu'à des résultats médiocres. En Angleterre, en Belgique, en France, les machines à fabriquer les briques se comptent

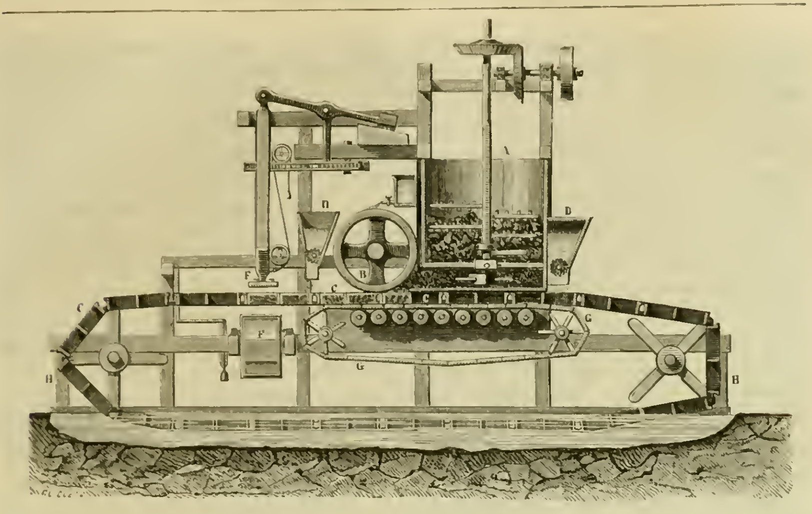


Fig. 250. — Machine de Carville pour le moulage des briques.

A. Malaxeur, dans lequel on jette la terre qui doit former les briques.
B. Cylindre qui comprime la terre dans les moules au fur et à mesure qu'elle sort du malaxeur.
C. Moules de fer posés sur la chaîne sans fin.
D. Réservoir contenant du sable fin qui tombe sur la brique et qui, en s'attachant aux parois des moules, empêche la terre d'y rester adhérente.
E. Repoussoir à mouvement vertical qui repousse hors du moule la brique faite, et la fait tomber sur un plan horizontal F, lequel marche perpendiculairement au mouvement général de la machine, et emporte les briques terminées.
F. Plan horizontal cité plus haut.
G. Autre chaîne sans fin, plus petite, composée de plaques destinées à former le fond des moules. Ces plaques sont maintenues horizontales par des rouleaux qui les soutiennent sous les moules.
Les moules forment une chaîne sans fin, qui passe d'un mouvement continu sous le malaxeur A. Lorsqu'ils sont vidés par le repoussoir E, ils continuent leur chemin et viennent baigner dans un bassin HH, rempli d'eau, disposé sous la machine. Les moules étant ainsi constamment humides, la sortie des briques de ces moules est facilitée.
Dans cette machine tous les mouvements sont combinés de façon que les briques se moulent et soient expulsées d'une façon continue, tant que le malaxeur fournit de la terre.

par centaines. Nous nous contenterons de décrire et de figurer ici la plus simple, celle que l'on voit fonctionner dans les environs de Paris, et au moyen de laquelle trois ouvriers peuvent procéder à la fabrication. Nous voulons parler de la *machine de Carville* que représente la figure 250.

Dans cette machine la terre pétrie mécaniquement dans un malaxeur, tombe à chaque instant dans des moules de fer, qui entraînés par une chaîne sans fin, passent au-dessous du malaxeur. Un *repoussoir* fait sortir de la chaîne la brique une fois moulée; on n'a qu'à la recueillir au moment de sa chute. Les moules traversent une couche d'eau pour que le démoulage soit plus facile. Une pluie de sable fin tombe constamment sur les moules et les briques, pendant leur moulage.

La légende qui accompagne la figure 250 donne l'explication détaillée des principaux organes de cette machine.

Les briques se cuisent dans des fours ou en plein air. Les fours sont ordinairement à section carrée ou rectangulaire; leurs murs sont assez épais pour retenir la chaleur. La houille est toujours le combustible employé.

La figure 251 représente un four à briques.

Ce four est fermé par une voûte cylindrique, percée d'un certain nombre d'ouvertures, pour laisser passer les gaz provenant du foyer, ainsi que la vapeur d'eau qui se dégage de la terre calcinée.

Cependant, la cuisson des briques dans des fours clos est l'exception. Presque toujours, et en tous pays, les briques se cuisent en plein air. On compose avec les briques mêmes qu'il s'agit de cuire, un édifice à claire-voie. La base seule de cette construction est en briques anciennes.

Il entre, en général, 400,000 briques dans une fournée.

Il faut 20 à 25 jours, pour cuire une fournée composée de 400,000 briques. Le foyer est placé à la partie inférieure, et la fumée du charbon mêlée au gaz et à la vapeur d'eau, se dégage par le conduit ménagé à cet effet, au milieu des piles de briques.

La houille ou la tourbe sont les combustibles usités pour la cuisson des briques en plein air. Nous représentons (fig. 253, p. 348) la cuisson des briques en plein air.

Carreaux et tuiles. — Les carreaux et les tuiles se fabriquent et se cuisent comme les briques. Seulement, on peut ici choisir des argiles communes, c'est-à-dire, auxquelles on ne demande pas, comme aux briques, de résister sans se vitrifier à de très-hautes températures. En effet, les tuiles et les carreaux sont des matériaux qui n'ont pas besoin de jouir, comme les briques, d'une résistance considérable. Leur rôle, c'est de recouvrir une construction et non de la composer.

Pour être imperméables à l'eau, les tuiles doivent être bien cuites. Si elles sont mal cuites, elles restent poreuses, et l'eau les imprègne toujours. Dès lors, elles donnent asile à des mousses, à des plantes cryptogamiques, qui, en s'y développant, finissent par altérer la substance de la terre cuite.

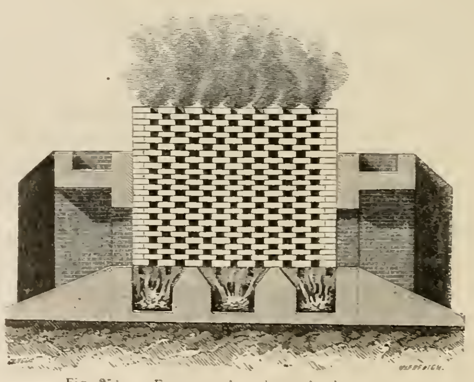


Fig. 251. — Four pour la cuisson des briques.

On rend les tuiles imperméables en condensant beaucoup leur pâte, pendant le moulage.

Autrefois, on vernissait les tuiles avec un émail de pomb fourni par la galène (sulfure de plomb, vulgairement nommé *alquifoux*). On obtenait ainsi ces jolies tuiles vertes qui étaient d'un effet si pittoresque sur le faîtage des maisons. C'était là une excellente pratique, et qui est tombée, bien à tort, en désuétude, car elle réunissait l'utile à l'agréable.

On cuit habituellement les tuiles, dans le même four que les briques. On place



Fig. 252. — Moulage des briques.

les briques à la partie inférieure, et les tuiles à la partie supérieure, parce que ces dernières n'ont pas besoin d'être soumises à une chaleur aussi considérable, en raison de leur moindre épaisseur.

Si l'on veut donner aux tuiles une couleur grisâtre, on les colore avec de la fumée. Pour cela, dès que la cuisson est terminée, et quand les tuiles sont encore rouges de feu, on jette sur le charbon incandescent des branches de bois vert; puis on ferme toutes les ouvertures du four. La fumée qui résulte de la combustion du bois vert, produit un charbon très-divisé, qui colore en gris la masse des tuiles.

Tuyaux. — Les tuyaux en terre cuite sont destinés à des usages très-différents : leur mode de fabrication varie donc un peu. La différence réside dans la composition des pâtes.

Les tuyaux en terre cuite sont fabriqués :

1° Pour servir à la construction des calorifères dits de *cave*, dont nous avons longuement parlé dans les *Merveilles de la science*, à propos *du Chauffage et de la Ventilation* (1);

2° Pour servir de conduits de cheminée;

3° Pour écouler les eaux du drainage agricole;

4° Pour la conduite des eaux potables ou des eaux d'irrigation.

Les tuyaux en terre cuite sont toujours moulés au moyen de machines. Nous avons décrit et représenté dans les *Merveilles de la science* (Notice sur le *Drainage*) (2) une des nombreuses machines qui servent à modeler avec l'argile, les tuyaux de drainage. Nous renvoyons le lecteur à cette figure, qui

(1) Tome IV, pages 399-406.
(2) Tome III, page 635.

donnera une idée exacte de toutes les machines servant à modeler les tuyaux en terre.

Les machines pour les tuyaux de drainage, sont tellement perfectionnées, que l'on est parvenu, de nos jours, à vendre en France les tuyaux de 30 centimètres de long et de 25 millimètres de diamètre intérieur, à 25 francs le mille, et ceux de 10 centimètres de diamètre à 75 francs.

Les tuyaux de drainage se cuisent dans des fours particuliers, chauffés à la houille. On les enfile les uns dans les autres, pour qu'ils occupent moins de place dans le four. Nous avons donné, dans la Notice sur le *Drainage*, déjà citée, la figure de ces fours(1).

Les fours ordinaires à briques, peuvent cependant servir à cuire, en même temps, les tuyaux de drainage. On place ces tuyaux verticalement, les petits dans les grands.

Creusets. — Les creusets ont pour objet spécial de résister à des températures extrêmement élevées. Il faut donc préparer la terre de manière à lui communiquer la propriété d'être *réfractaire*, c'est-à-dire infusible au feu le plus violent.

Les creusets les plus *réfractaires* s'obtiennent en ajoutant à l'argile du graphite en poudre. Le graphite est composé uniquement de charbon, la matière infusible par excellence. On comprend donc que, mêlé à l'argile, le graphite lui communique la propriété de résister, sans se fondre ni se ramollir, aux plus hautes températures.

Dans les laboratoires de chimie, on se sert des creusets dits *de Hesse*, qui sont fabriqués avec un mélange d'argile réfractaire par elle-même et de sable quartzeux. Ces creusets résistent aux températures les plus élevées, mais ils sont poreux et ne retiennent ni le sel marin, ni le nitrate de potasse ou de soude fondus. La grande quantité de silice que contiennent les creusets de Hesse, fait que l'oxyde de plomb, que l'on veut fondre dans leur capacité, les attaque, les perce en quelques instants, en donnant un émail de plomb, qui fond et troue le creuset. Il faut donc éviter de placer dans ces creusets des composés plombiques.

(1) *Merveilles de la science*, tome III, pages 642-645.

On fabrique, à Paris, d'excellents creusets réfractaires pour les laboratoires de chimie. On les désigne sous le nom de *creusets de Paris*. Ils contiennent moins de silice que les creusets de Hesse. Ils sont moins poreux et résistent plus longtemps à l'action de la litharge.

Pour composer la pâte des creusets, en général, on prend de l'argile bien malaxée, qui joue le rôle de matière plastique, et une quantité convenable d'argile cuite, ou de terre d'anciens creusets qui est la matière *dégraissante*. Avant de l'employer, on a débarrassé l'argile crue de toute substance étrangère, par le tamisage, la lévigation et la décantation.

Cornues. — Un certain nombre de *cornues* pour l'usage des laboratoires ou de l'industrie, se fabriquent en terre cuite. Telles sont les cornues pour la distillation de l'acide azotique (eau-forte).

Une des grandes conquêtes de l'industrie chimique moderne, c'est d'avoir fabriqué en terre cuite les cornues consacrées à la distillation de la houille, pour la préparation du gaz de l'éclairage. Nous avons donné la forme et le mode de fabrication de ces cornues dans les *Merveilles de la science* (Notice sur l'*Éclairage*) (1).

C'est en 1831, que fut accordée en Angleterre, à Th. Spinney, de Cheltenham, (comté de Glocester) la première *patente* pour la substitution de la terre cuite à la fonte, dans la confection des cornues à gaz. Depuis cette époque, M. Grafton, en Angleterre, et en France, MM. Pauwels, répandirent l'usage de ces précieux appareils. Une cornue de terre cuite dure cinq à six mois,

(1) Tome IV, pages 131-135.

à la condition de fonctionner jour et nuit sans interruption. Le refroidissement, qu'il soit lent ou rapide, fait fendiller ou briser ces fragiles et précieux récipients.

Aujourd'hui les cornues de terre sont employées dans les usines à gaz du monde entier. La *Compagnie parisienne du gaz de l'Éclairage* a établi dans son usine d'Ivry, des ateliers pour cette fabrication spéciale.

Formes à sucre. — La terre cuite a très-longtemps servi d'une manière exclusive, à préparer les moules, ou *formes*, des pains de sucre. Aujourd'hui on les fait généralement en métal.

Quoi qu'il en soit, les *moules à pains de sucre* se fabriquent en argile très-commune, par un procédé de moulage mécanique. Un noyau de bois est placé sur un tour; on entasse l'argile sur le sommet, et on la comprime, jusqu'à ce qu'elle vienne reposer sur un anneau de bois, qui entoure le bas du noyau. Quand la terre est un peu sèche, on démoule et on fait sécher la forme d'argile. Enfin, on la cuit dans un four à briques.

Carreaux incrustés. — Nous avons vu que les carreaux en faïence peinte ou décorée, furent la grande mode au Moyen-âge. Les églises, ainsi que les palais et les châteaux, étaient pavés avec ces carreaux en terre cuite, recouverts d'émaux colorés, aux dessins réguliers. Depuis quelques années, ce pavage élégant et artistique ayant repris faveur en France et en Angleterre, les potiers fabriquent de grandes quantités de carreaux en terre cuite, émaillée.

On connaît aujourd'hui le procédé qui servait aux potiers du Moyen-âge à fabriquer ces carreaux incrustés. La terre argileuse moulée recevait l'empreinte d'un dessin en creux, par la pression d'une matrice en plomb. On faisait sécher la pièce au soleil, et dans le creux de ce dessin on appliquait une terre d'une couleur différente, ordinairement de la terre à faïence. Puis on cuisait le tout, après avoir eu le soin de placer sur la terre à faïence une poudre fusible, composée de sable et d'oxyde de plomb. Par l'action de la chaleur il se formait un émail coloré, qui remplissait le creux du dessin ménagé sur la terre cuite ; le vernis fondait et recouvrait la surface de la faïence d'une mince couche de glaçure.

Ce vernis vitreux placé sur les carreaux de pavage, les préservait de toute altération, en même temps qu'il leur donnait des couleurs élégantes et vives.

Les carreaux émaillés anciens sont imités aujourd'hui en Angleterre, dans l'usine de M. Herbert Minton, qui a beaucoup perfectionné le procédé des artistes du Moyen-âge.

M. Salvétat, dans ses *Leçons sur la céramique*, fait connaître en ces termes le procédé de M. Herbert Minton, pour la préparation des carreaux émaillés en terre cuite.

« Les terres rouges et jaunes, qui font à *Stoke-upon-Trent* la base de la fabrication, sont extraites du sol même de l'usine.

« Lorsque les pâtes ont été broyées et ressuyées convenablement, on les tamise, surtout pour celles qui sont destinées à donner les parties incrustées. La pâte est ensuite raffermie ; on l'amène à consistance pâteuse. Un plâtre préparé d'avance et donnant le relief du dessin qu'offrira le carreau, est disposé dans un moule métallique dont les dimensions sont calculées en vue de la retraite qui se produira pendant la fabrication. Ce moule, pour une surface carrée de 38 centimètres, doit en avoir une de 42.

« La surface du carreau est faite avec de l'argile de première qualité : elle doit avoir une épaisseur d'un peu plus de 6 millimètres. on la presse sur le sable, qui laisse en creux une empreinte du dessin. Cette première couche est surchargée d'une seconde plus commune, puis d'une troisième, jusqu'à ce que l'épaisseur voulue soit obtenue. Les qualités de terre sont alternées de telle sorte que, en diminuant la dépense, on évite les irrégularités de retrait. Quand la dernière couche a été mise, on donne un fort coup de presse, afin d'obtenir une capacité suffisante ; puis on coule dans les creux du dessin les couleurs convenables à l'état de pâtes liquides, de telle sorte que la surface du carreau soit entièrement recouverte. Deux ou trois jours après, on racle la surface du carreau pour enlever les irrégularités ; cette opération fait apparaître le dessin, qui ne reçoit sa couleur propre que pendant la cuisson.

« Les carreaux ainsi préparés sont portés au sé-



Fig. 253. — Cuisson des briques en plein air.

choir : ils y restent dix ou quinze jours afin de ne pas présenter de tendance à se fendre. La cuisson dure soixante heures. La combinaison des oxydes se fait avec les pâtes, et les couleurs apparaissent avec les nuances qui leur sont propres. Si le carreau doit recevoir une glaçure, on le trempe dans un vernis spécial, puis on le fait cuire de nouveau dans un four convenablement disposé.

« Les dessins bleus et verts sont obtenus par l'addition à la pâte de porcelaine des oxydes de chrome et de cobalt, auxquels on ajoute une certaine quantité de zinc. »

Alcarazas. — On appelle *alcarazas* des vases de terre cuite qui nous sont venus des Arabes d'Espagne, et qui servent à rafraîchir l'eau. Composés d'une terre légèrement perméable à l'eau, ces vases laissent toujours suinter un peu de liquide. L'évaporation continuelle de l'eau qui transsude à l'extérieur, refroidit celle qui est contenue dans le récipient.

On rend poreuse l'argile des *alcarazas* en mélangeant la terre d'une substance soluble dans l'eau, telle que le sel marin. En laissant séjourner dans l'eau le vase, après sa cuisson, le sel marin se dissout et laisse la pâte poreuse.

Comme ce moyen est dispendieux, on prépare plus économiquement les alcarazas en ajoutant du sable à la pâte argileuse et en la cuisant très-peu. Il est vrai que les vases ainsi fabriqués sont très-peu *suintants*, et par conséquent, ne rafraîchissent qu'imparfaitement les liquides.

Objets de plastique. — Les objets de plastique moulés en terre cuite étaient d'un grand usage chez les anciens. Nous avons parlé, dans la première partie de cette Notice, de la quantité de corniches, d'entable-

ments, de fûts de colonne, de tombes, de mausolées etc., exécutés en poterie commune, qui étaient regardés, chez les Romains, comme des modèles de goût, et que l'on déclare aujourd'hui des chefs-d'œuvre de l'art. L'architecture moderne tend à revenir à ce décor. La terre cuite est consacrée à des ornements de ce genre, par nos artistes, qui cherchent à imiter les œuvres que l'Antiquité nous a transmises.

La pièce la plus remarquable de ce genre est la copie du *Christ au Tombeau* faite par MM. Virebeu, de Toulouse, et qui existe au château de Biron, en Normandie.

Il y avait au parc de Saint-Cloud, dans cette pauvre *lanterne de Diogène*, qui fut si complétement ruinée par les Prussiens, pendant le siége de Paris en 1870, une magnifique copie du *Monument de Lysicrate à Athènes*, qui avait été exécutée par deux artistes italiens, les frères Trabucci.

La France rivalise avec l'Autriche, l'Angleterre et la Belgique, pour la fabrication des terres cuites destinées à la plastique décorative et architecturale.

Nous venons d'énumérer les applications principales que la terre cuite a reçues de nos jours. Beaucoup d'autres applications en ont été proposées, essayées ou sont tombées en oubli. M. Salvétat, dans ses *Leçons sur la céramique*, donne un résumé de ces dernières applications restées à l'état de projets, mais qui pouvaient être facilement reprises.

Voici ce résumé, donné par M. Salvétat.

« 1° Des tableaux en terre cuite par le moyen d'une contre-estampille, destinés aux inscriptions des rues, au numérotage des maisons, par M. Ollivier ;

« 2° Des pierres factices propres à la lithographie, par MM. Guillaud et Laprevote, à Lyon (Rhône), 1818 ;

« 3° Des fontaines épuratoires en terre cuite, de forme carrée, par M. Maréchal. 1821 ;

« 4° Des caractères d'imprimerie en terre cuite, par M. Gillard (Louis), à Paris, 1829 ;

« 5° Des veilleuses en matière plastique, par M. Jeunet, à Paris, 1838 ;

« 6° Des pierres lithographiques factices, par M. Behreng, à Berlin, 1839 ;

« 7° Des lettres, des figures et ornements en relief, par M. Milles Berry, à Londres, 1840 ;

« 8° Des pierres factices à aiguiser, par MM. Neppel fils, et Neppel-Guérin, 1840 ;

« 9° Des meules artificielles, par M. Malbec, à Vaugirard, 1845 ;

« 10° Des pierres ponces artificielles, par M. Hardmuth, à Vienne, 1845 ;

« 11° Des porte-seils en lithocéramique, par MM. Pilet et Bouvert, 1846 ;

« 12° Des pavés en terre cuite, par M. Presser, 1843 ; Poloneeau, 1841 ; Bouvert, 1850 ; et Smallwood, à Hampstead, 1845 ;

« 13° Des caractères typographiques, par M. Naudot, à Paris, 1846 ;

« 14° Des échalas en terre cuite, par M. Desains, 1850 ;

« Des mosaïques de diverses couleurs, de formes variées, à des époques différentes et par un grand nombre d'inventeurs, etc. (1). »

CHAPITRE XXXI

LES POTERIES COMMUNES. — PROCÉDÉ POUR LEUR FABRICATION. — PÉTRISSAGE. — FAÇONNAGE. — LE TOUR DU POTIER. — VERNISSAGE. — FOUR DE CUISSON. — LES POTERIES ANCIENNES GRECQUES ET ROMAINES APPARTIENNENT AU GROUPE CHIMIQUE DES POTERIES COMMUNES. — LES POTERIES COMMUNES CHEZ LES DIFFÉRENTS PEUPLES DE L'EUROPE.

La deuxième classe de poteries comprend les poteries communes ou grossières, que Brongniart caractérise en ces termes :

« Poterie à pâte homogène, tendre, à cassure terreuse, à texture poreuse ; pâte opaque, colorée, recouverte d'un vernis translucide, plombifère. »

Cette classe de poterie étant la plus grossière, a été la plus anciennement fabriquée. On la trouve dans tous les pays. C'est ce même genre de pâte qui composait, comme nous l'avons dit dans la partie historique de ce travail, les anciennes poteries grecques,

(1) Tome II page 331.



Fig. 254. — Tour du potier. — Tournassage des poteries.

campaniennes, étrusques, romaines, gauloises et gallo-romaines. Il est remarquable que les œuvres les plus belles au point de vue de l'art, aient été composées avec la pâte la plus grossière de toutes celles que nous connaissions. Mais chez les anciens, le sentiment de l'art et la pureté du style, s'accommodaient des moyens matériels les plus élémentaires et les plus grossiers. Les célèbres vases grecs, aux parois minces, qui sont si remarquables par leur légèreté, par la pureté de leurs formes, et par le type parfaitement caractérisé de leurs dessins et de leurs décors, sont composés de la même substance qui constitue nos marmites, nos écuelles, les assiettes grossières des paysans et des pauvres ménages de nos jours.

Ajoutons que c'est avec la même substance que sont fabriquées les poteries des peuples sauvages du monde entier. Les poteries américaines anciennes, celles des anciens Mexicains et Péruviens, appartiennent également à ce groupe.

L'unique avantage du genre de poterie que nous allons décrire, c'est son extrême bon marché, et sa propriété d'aller au feu sans se briser. Une douzaine d'assiettes en poterie commune, ne dépasse pas le prix de 1 franc 20 ou 1 franc 50.

Quant à ses inconvénients, ils sont connus de tout le monde. Les corps gras la pénètrent avec facilité, et lui donnent une odeur de graillon qu'il est impossible de faire disparaître, parce que la graisse a pénétré dans la substance de la pâte. La résistance de ces poteries est si faible et leur texture si lâche qu'elles se brisent au moindre choc. Leur vernis de plomb est si tendre, qu'il se raye au couteau ; et il n'est pas exempt de dangers, car les acides, pour peu qu'ils de-

meurent quelques jours en contact avec lui, l'attaquent, le dissolvent, et peuvent communiquer aux aliments et aux boissons des propriétés funestes.

Le bas prix de cette poterie fait que le peuple lui donne la préférence, même à prix égal, sur la faïence, parce que la faïence n'offre pas ses couleurs voyantes et son vernis luisant, choses qui attirent et charment ceux qui ne sont sensibles qu'aux attraits du dehors. Une faïence à vernis d'oxyde d'étain, résistant et salubre, sera toujours rejetée par la ménagère, en présence d'une poterie commune verte ou rouge, bien reluisante à l'œil. Cependant la première sera d'un long usage, elle restera toujours sans odeur, et son emploi sera très-hygiénique, tandis que l'autre, au bout de quelque temps, deviendra un objet de rebut et une cause d'insalubrité.

Nous allons décrire la fabrication des poteries communes, telle qu'elle s'exécute dans le nord de la France, particulièrement chez les potiers des environs de Paris.

La pâte, qui sert à fabriquer les poteries communes se compose d'un mélange de sable siliceux et d'*argile plastique*, que l'on extrait des terrains quaternaires, au sud de Paris, près des villages de Gentilly, d'Arcueil, de Vanves, d'Issy, de Vaugirard. L'argile est la *matière plastique*, le sable la *matière dégraissante*.

Ces substances sont mêlées dans la proportion suivante :

Argile................	80
Sable.................	20
	100

On mélange ces matières dans un tonneau, muni d'un agitateur en bois, semblable à celui qu'emploient les briquetiers, ou tout simplement par le *marchage*, c'est-à-dire en malaxant avec les pieds les deux terres additionnées d'une certaine quantité d'eau.

Quand la pâte est bien malaxée, bien pétrie, on procède au façonnage.

Le *tour du potier*, l'antique engin dont la connaissance remonte jusqu'aux potiers de l'ancienne Égypte (l'an 2000 avant J.-C.) est connu de tout le monde. On sait qu'il se compose (fig. 254) d'un disque plat, ou *roue pleine*, que l'ouvrier met en mouvement sur son axe, à l'aide du pied. Ce grand disque fait tourner avec rapidité un second disque plus petit, enfilé sur un axe qui est commun à l'un et à l'autre. C'est sur ce petit disque qu'est placée la pâte que l'ouvrier doit façonner. Comprimant entre ses doigts la terre molle et plastique pendant qu'elle tourne avec rapidité sur le petit disque, la faisant saillir en dessus ou en dessous de sa main, selon la forme qu'il veut lui donner, allongeant ou rétrécissant le galbe du vase ou de l'objet quelconque qu'il modèle, l'ouvrier potier arrive à façonner, en quelques minutes, l'argile au gré de son désir. C'est un des spectacles les plus intéressants à voir que cette terre obéissante, qui, sous les doigts de l'ouvrier, prend d'élégantes formes et semble recevoir la vie.

La première opération que le potier exécute, quand il façonne un vase, s'appelle l'*ébauchage*. Elle donne à l'objet une forme préparatoire.

Une seconde opération, le *tournassage*, et qui s'accomplit sur un tour semblable, mais par les mains d'un autre ouvrier, doit suivre l'*ébauchage*.

Le *tournassage* qui donne au vase d'argile sa forme définitive, s'accomplit avec des poinçons, des ciseaux, etc. L'ouvrier fait tourner le petit disque au moyen du grand, mis en mouvement par son pied, et il présente à la pièce déjà *ébauchée* par son compagnon, l'outil de métal qui doit modifier sa forme primitive ou tracer sur sa surface des lignes régulières.

Pour *tournasser* la pièce, il faut qu'elle



Fig. 255. — Tournette du potier, ou roue à modeler les pièces de grande dimension.

soit presque sèche. Ce n'est donc que quelques jours après l'*ébauchage* qu'elle peut être soumise au tournassage.

Pour comprendre cette opération, il faut se figurer que c'est un ouvrier tourneur qui opère ; seulement, au lieu de tourner une pièce de bois, l'ouvrier travaille sur le tour une pièce d'argile presque sèche et beaucoup moins dure, cela va sans dire, que le bois ou le métal.

La figure 256 représente le tour à potier sur lequel un ouvrier ébauche une poterie. C'est sur un tour semblable qu'un autre ouvrier *tournassera* la même pièce, quand elle aura pris plus de consistance par la dessiccation.

Le potier en poterie commune fait usage, en outre du *tour à pied*, d'un autre appareil destiné aux objets de grande dimension, et que l'on nomme *tournette*, ou *roue du potier* (fig. 255). On croit que c'est l'engin qui servait plus particulièrement aux potiers de l'ancienne Egypte. C'est, dans tous les cas, l'engin ordinaire du potier de village.

Ici le disque du tour n'est pas plein. Il a environ 1m,40 de diamètre, et est composé de jantes réunies obliquement à l'axe par des rayons en fer. L'ouvrier ne la fait pas tourner avec ses pieds. Assis sur un siége incliné vers la roue, il a les jambes écartées et les pieds arcboutés sur deux traverses inclinées vers le siége, et garnies de coches pour retenir ses pieds. Deux enfants prennent chacun un long bâton, qu'on appelle *tournoir*, et poussant les rais de la roue avec l'extrémité pointue de ce bâton, ils lui impriment assez de mouvement pour que le potier puisse ébaucher la balle de pâte qu'il a placée sur le petit disque du tour.

Le potier façonne à la main les pièces ovales, car il est impossible, comme on le sait, qu'un tour quel qu'il soit produise la forme ovale.



Fig. 256. — Ébauchage d'un pot à fleurs.

Quant aux garnitures des poteries communes, c'est-à-dire anses de pots, manches de poêlons, oreilles de marmites, etc., elles se font également à la main sans aucun moule, et s'ajustent immédiatement sur la pièce.

Le vernis des poteries communes est toujours à base de plomb. La litharge ou le minium sont les oxydes de plomb dont on fait usage. Quelquefois la galène (sulfure de plomb), moins chère que les oxydes de plomb, remplace ces derniers. L'argile et le sable ajoutés à l'oxyde de plomb, donnent, par l'action du feu, un véritable émail, un silicate de plomb qui fond, s'étale sur la poterie et la recouvre dans toute sa surface.

Selon la couleur que l'on veut donner au vernis, on emploie différentes proportions d'oxyde de plomb et de sable ou d'argile.

Voici les recettes des potiers des environs de Paris.

Pour le vernis de couleur jaune, on emploie :

Minium ou litharge.........	70
Argile plastique de Vanves, délayée..................	16
Sable siliceux de Belleville..	14

Pour le vernis brun :

Minium....................	64
Argile....................	15
Sable.....................	15
Manganèse de Romanèche, près Mâcon..............	6

Pour le vernis vert :

Minium....................	65
Argile....................	16
Sable.....................	16
Protoxyde de cuivre rouge, pulvérisé................	3

Ces matières sont broyées ensemble, sous des meules en grès, puis délayées dans l'eau, et on en arrose la pièce.

Les poteries communes se cuisent dans un four très-simple, et que nous représentons ici (fig. 257, page 355).

Quelques fours à poterie commune sont à deux étages, c'est-à-dire divisés en deux parties par une voûte percée d'ouvertures ; mais cette disposition est exceptionnelle. Quand elle existe, c'est que la cuisson des poteries communes doit se faire en deux feux. Dans le premier feu on cuit la pâte, dans le second on fait fondre le vernis sur les pièces cuites.

Comme la seconde opération, c'est-à-dire l'application du vernis, ne demande que peu de chaleur, les pièces qui doivent être seulement vernissées, sont placées dans la partie inférieure du four, qui est la moins chaude.

Les poteries sont placées dans le four sans que l'on prenne aucune précaution contre les cendres ou les impuretés qui, provenant du foyer, peuvent les altérer ou les salir : elles sont tout simplement posées les unes sur les autres, comme le montre la figure 257.

On remplit entièrement le four, et on allume le feu.

Au bout de vingt-quatre heures de chauffage, on retire les pièces et on s'occupe de leur appliquer le vernis. Ces pièces seront ensuite reportées dans le même four pour la fusion du vernis.

Quand il est à deux étages, le four dans lequel on cuit les poteries communes, a environ 5 mètres de hauteur totale, à partir du sol de la première capacité jusqu'à la voûte de la seconde, sur 2 mètres 3 décimètres de côté.

On concentre de cette manière la chaleur; on la force à se répandre dans les ateliers qui entourent le four, et dans lesquels travaillent les ouvriers.

Le laboratoire inférieur a 2 mètres 3 décimètres, et le laboratoire supérieur, 2 mètres. Il est terminé par une trémie et un tuyau de cheminée, qu'on peut fermer à volonté, au moyen d'une plaque de fonte glissant dans une coulisse.

Le foyer, qui est latéral et inférieur, a 1 mètre 2 décimètres de hauteur.

On place au bas les pièces les plus pesantes et les plus solides. On s'attache à former des lignes et des niveaux à peu près réguliers, à ne faire poser les pièces vernissées que sur le plus petit nombre de points possibles, et sur les parties qui offrent le moins de surface. Sans cela le vernis les ferait adhérer au support.

Malgré toutes les précautions, il reste toujours, après la cuite de chaque pièce, des parties peu étendues, qu'on appelle *touches*, et dont le vernis a été enlevé par son adhérence avec le support ou avec la pièce qui la touchait.

La durée de cette seconde cuisson est, comme la première, de 24 heures.

Les fours des potiers en poteries communes

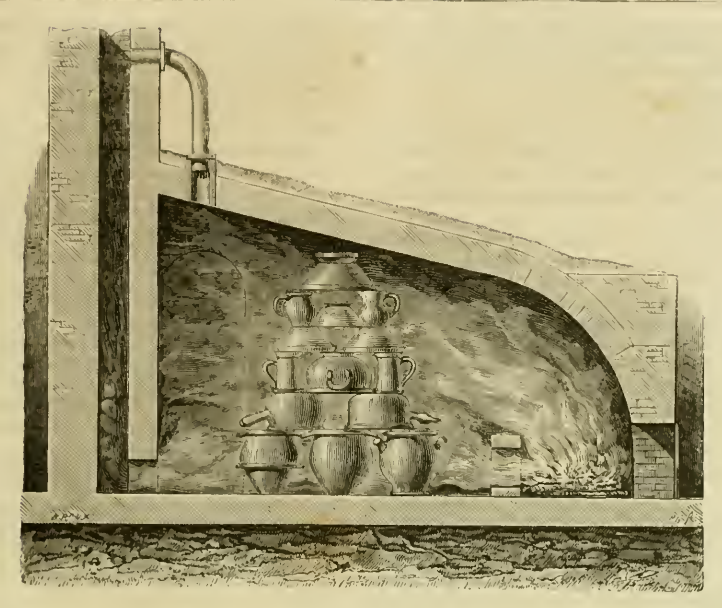


Fig. 257. — Four du potier pour poteries communes.

étaient autrefois chauffés au bois, mais aujourd'hui, ils sont tous chauffés à la houille.

Nous venons de décrire la fabrication des poteries communes, telle qu'elle s'exécute dans les environs de Paris. Cette description peut servir de type à toute fabrication du même ordre.

En Angleterre, en Belgique, en Italie, en Allemagne, les pratiques industrielles concernant l'art du potier varient fort peu. Les différences ne tiennent qu'à la diversité des combustibles dont on peut disposer, ainsi qu'à la nature des substances argileuses et sableuses que le pays met à la disposition du fabricant.

Dans les pays étrangers à l'Europe, la fabrication des poteries communes diffère un peu de celle que nous venons de décrire.

Nous trouvons dans le *Dictionnaire technologique* un tableau intéressant, tracé par Alexandre Brongniart, de la manière dont les poteries communes sont fabriquées chez les indigènes de l'Asie, de l'Afrique et des deux Amériques.

« Il est assez remarquable, dit Brongniart, que la plupart des poteries fabriquées par les indigènes de l'Asie, de l'Afrique et des deux Amériques, par ceux du moins qui ont conservé la tradition de l'art telle qu'elle leur a été transmise par leurs pères, aient à peu près le même aspect, le même mode de composition, les mêmes propriétés principales.

« Ainsi, toutes ces poteries grossières sont généralement ou rouges, ou noires ; leur pâte, tantôt grossière, tantôt fine, a toujours une texture lâche ; elle est par conséquent peu sonore, fragile, perméable.

« La base de cette pâte est en général un limon d'atterrissement, soit ancien, soit moderne, laissé par les grands cours d'eau qui traversent le pays. Si ces cours d'eau viennent de terrains à roches micacées, le limon qu'ils ont déposé renferme des paillettes de mica, et la pâte des poteries en contient aussi, qui font l'effet de petites paillettes d'or ; telle est celle de l'Inde orientale.

« Un mélange de limon argileux avec un limon

plus sablonneux donne à cette pâte le liant nécessaire pour être facilement travaillée. Du sable tiré du même terrain est la matière dégraissante, lorsque le limon est trop argileux.

« C'est sur le tour, ou plutôt sur la roue du potier, que les pièces sont tournées, mais dans l'ancien continent seulement, et quelquefois avec beaucoup de pureté ; quelques-unes sont ornées de côtes ou godrons saillants, disposés avec assez de symétrie et de régularité.

« En général, comme les potiers n'ont point de moules pour les garnitures, celles-ci, faites à la main, sont très-grossières et très-irrégulières.

« On augmente, dans l'Inde, la densité de la pâte du fond des vases destinés à la cuisson du riz et des autres aliments, en comprimant cette pâte au moyen d'une espèce de battoir ; pour cela, on soutient le fond en dedans avec une sorte de tampon en pierre, et l'on frappe en dehors avec le battoir en bois.

« Il y a presque toujours deux sortes de poteries, les rouges ou brun-rouge et les noires. Il paraît, par l'aspect de la dernière et par ce que j'ai appris de leur mode de fabrication, qu'elles doivent leur couleur noire à un enfumage, comme les poteries de Magnac, etc.

« Cet assortiment de poterie rouge et de poterie noire se présente sur tous les parages de l'Inde. La collection céramique de la manufacture royale de Sèvres possède une suite instructive d'échantillons de ces poteries, qu'elle doit la plupart à M. J. de Blesseville ; ils viennent de Calcutta, de Pondichéry, de Chandernagor, de Trinquemalay, dans l'île de Ceylan, de Java, etc. ; ils offrent une similitude de fabrication qui permet d'établir les généralités que je viens de présenter. Aucun de ceux qui sont faits suivant la méthode qu'on peut appeler *indigène* ne présente de vernis plombifère ; ils sont luisants par frottement ou par enfumage, tous assez bien tournés, quelques-uns garnis d'ornements, les uns comme sculptés, les autres évidemment imprimés avec des espèces de cachets (ceux de Trinquemalay).

« La pâte des poteries de Cossepaleon, près Pondichéry, est composée d'un sable grossier, impur, en partie siliceux, en partie granitique, et de limon argileux d'atterrissement, brunâtre et un peu micacé !

« Celles de Trinquemalay ont aussi pour base argileuse un limon brun-rougeâtre.

« Ces poteries sont à peine cuites, et il paraît qu'il n'y a, pour cette opération, aucun four proprement dit ; on les réunit en tas, et on les entoure de combustible.

« Les poteries de Rangoun, à l'embouchure de l'Ava, au Pégu, présentent les deux sortes de poteries désignées ci-dessus, dans toute leur perfection ; mais ce pays semble avoir seul ressenti le voisinage de la contrée d'où est sorti, depuis des siècles, tout ce que les arts céramiques peuvent produire de plus beau et de plus parfait. Un vernis plombifère, épais, de couleur verdâtre sale, recouvre ces poteries très-grossières, dont la pâte est plus dense et plus cuite que celle des poteries indiennes.

« On fait à Madagascar, comme dans le lieu que je viens de citer, des poteries du plus beau noir ; elles doivent cette couleur à l'introduction, par l'extérieur, d'une quantité considérable de matière charbonnée. Ce qui paraît indiquer que c'est par l'extérieur, c'est que le milieu de la pâte est moins noir que les parois, et que celles-ci ont reçu, par un frottement analogue au brunissage, un noir éclatant très-remarquable.

« Le peu que nous savons de la fabrication des poteries en Afrique nous montre que ce sont encore des poteries grossières, faites en Égypte avec le limon d'atterrissement du Nil, au Sénégal avec une terre rougeâtre, et donnant des vases sans vernis et très-peu cuits, tantôt rouges, tantôt noirs, et quelquefois gris, lorsqu'ils ont été à peine cuits, comme le sont les borlasses égyptiennes.

« Les vases et poteries qu'on a faits et qu'on fait encore chez les indigènes des deux Amériques offrent et la même pâte lâche, et les mêmes couleurs dominantes, le rouge sale et le noir, et l'absence de vernis et la cuisson faible, que nous venons de faire remarquer chez plusieurs peuples de l'ancien monde.

« Ces matériaux paraissent être à peu près les mêmes ; néanmoins, la poterie de ces continents, que la manufacture de Sèvres possède dans sa collection, ne montre pas autant de mica que celle de l'Inde.

« La pâte a souvent une texture très-grossière ; mais leur fabrication grossière, et encore plus imparfaite que dans l'ancien continent, présente une particularité remarquable, qui la rend très-différente de celle des poteries asiatiques.

« Il paraît que le tour à potier n'était connu nulle part dans les deux Amériques, et qu'il ne l'est pas encore chez les potiers indigènes. Toutes les pièces, ovales ou rondes, se fabriquant à la main. Le potier ou les femmes, quand ce sont elles qui se livrent à ce travail, pétrissent, amincissent et façonnent la pâte et le vase entre leurs mains. Aussi voit-on plus de pièces ovales ou non circulaires dans ces pays, que je n'en ai vu provenant de l'ancien continent. Au reste, il est aisé de reconnaître, sur les pièces rondes, qu'elles n'ont point été faites au tour. Cette remarque, et ce que j'ai pu apprendre de diverses personnes qui ont visité ces contrées, me permet de présumer que le tour et la roue du potier étaient absolument inconnus en Amérique et que ces instruments n'ont même pas été introduits, par les artisans européens dans les lieux éloignés des grandes villes et habités par les indigènes (1). »

(1) *Dictionnaire technologique*, article *Poterie*.

CHAPITRE XXXII

LA FAIENCE COMMUNE OU ITALIENNE, SA COMPOSITION ET LES PROCÉDÉS DE SA FABRICATION.

La faïence commune, ou *faïence italienne*, forme le troisième groupe des poteries, dans la classification de Brongniart.

L'auteur du *Traité des arts céramiques*, caractérise en ces termes, au point de vue technologique, ce genre de poteries :

« Poterie à pâte opaque, colorée ou blan-« châtre, à texture lâche, à cassure terreuse, « recouverte d'un émail opaque, ordinaire-« ment stannifère. »

La faïence, comme il a été dit dans la première partie de cette Notice, nous est venue des Arabes, qui la fabriquaient dès le IXe siècle. Des Arabes, elle passa en Espagne, puis aux îles Baléares, et vers le XIIIe siècle en Italie, où elle fit des progrès immenses. C'est ce qui lui a fait donner le nom de *majolique* et de *faïence italienne*. Adoptée en France, après les travaux de Bernard Palissy, fabriquée ensuite en Angleterre, sur une large échelle, la faïence commune est répandue aujourd'hui chez toutes les nations manufacturières du monde.

La fabrication de la faïence commune varie un peu selon les localités. Nous commencerons par décrire celle qui s'exécute en France, et nous parlerons particulièrement de cette fabrication à Paris, à Sceaux, à Rouen, à Nevers, à Lunéville, à Limoges, etc.

A Paris, que nous prendrons pour type de la fabrication française, on produit de la faïence commune, *blanche*, qui ne va pas au feu, et de la faïence commune *brune*, qui va au feu sans se briser.

Pour faire la *faïence brune de Paris*, on prend, selon Brongniart, les matières suivantes, dans les proportions ci-dessous :

Argile plastique d'Arcueil...........	30
Marne argileuse verdâtre (supérieure au gypse)......................	32
Marne calcaire blanche des terrains gypseux........................	10
Marne sableuse ou sable impur, marneux et jaunâtre (supérieur au terrain gypseux de Picpus).......	28
	100

La *faïence blanche* de Paris se compose de :

Argile plastique d'Arcueil..........	8
Marne argileuse verdâtre...........	36
Marne calcaire blanche.............	28
Sable impur et marneux jaunâtre.. .	28
	100

Ces terres sont mêlées, dans une caisse rectangulaire, qu'on nomme *gâchoir*. La pâte qui résulte de ce mélange, est délayée dans une quantité d'eau convenable. On sépare les corps pierreux étrangers par la décantation et par le passage au tamis, à sa sortie du gâchoir. La pâte délayée de manière à former une bouillie assez épaisse, est alors dirigée dans des fosses d'une grande dimension, que l'on a creusées à la portée du gâchoir et des ateliers. Elle séjourne plusieurs mois dans cette fosse, exposée aux intempéries atmosphériques, qui l'améliorent positivement. Au bout de ce temps, on prend cette pâte et on la travaille en la malaxant sur une table, et en faisant des boules que l'on jette avec force contre le mur. On n'emploie pas immédiatement la pâte ainsi pétrie; on la conserve dans des caves, où elle s'améliore encore.

Au moment de l'employer on la *marche*, c'est-à-dire on la pétrit longtemps avec les pieds, puis on en fait des *ballons* d'environ 25 kilogrammes, que viennent prendre des ouvriers façonneurs.

Pour façonner une pièce, l'ouvrier prend une masse de pâte du volume nécessaire pour former cette pièce. La pâte est placée sur

le tour, et modelée par la main de l'ouvrier, puis on la laisse sécher quelque temps, et alors un second ouvrier la *tournasse*, c'est-à-dire qu'avec un outil d'acier il achève de donner à la pièce les formes et les empreintes qu'elle doit conserver.

Les figures 254 et 256 qui représentent le *façonnage sur le tour* et le *tournassage* d'une pièce, répondent exactement à cette partie des opérations de la fabrication de la faïence.

Les pièces, qui ne sont pas arrondies, comme les garnitures et les anses, ne peuvent se faire sur le tour. On les obtient en coulant dans un moule de plâtre, la terre à faïence délayée dans une quantité d'eau convenable. Cette boue liquide ne tarde pas à se dessécher en partie au contact du moule de plâtre. On la retire du moule, pour l'appliquer au moment convenable sur la pièce, qui doit la recevoir.

Il s'agit maintenant de cuire les pièces façonnées.

Avant de les porter au four, on les laisse se dessécher en partie, en les faisant séjourner quelques jours dans un atelier où passent les tuyaux de cheminées des fours. On procède alors à la cuisson.

Il faut deux cuissons pour la faïence commune, comme pour la plupart des poteries ; la première pour cuire la pâte, la seconde pour appliquer sur la poterie cuite, ou *biscuit*, selon le terme vulgaire, la couverte, ou vernis. Ces deux opérations s'exécutent, d'ailleurs, dans le même four, qui, dans ce but, est composé de deux étages. Dans la capacité supérieure la plus chaude, on place les pièces devant recevoir la première cuisson. La capacité inférieure, la moins chaude, reçoit les pièces déjà cuites, ou le *biscuit*, et recouvertes de la glaçure, qui doit, par l'effet de la chaleur, fondre et envelopper toute la surface.

La figure 258 représente le four à faïence, avec ses deux étages.

Le foyer est double, et chaque foyer A et B occupe un côté de cette espèce d'édifice.

Pour *enfourner* les pièces, on les place en *échappades*, c'est-à-dire sur des tablettes de terre cuite, horizontales ou verticales, comme le représente la figure 259.

Le feu dure environ vingt-quatre heures. Dans la plupart des fours actuels, on se

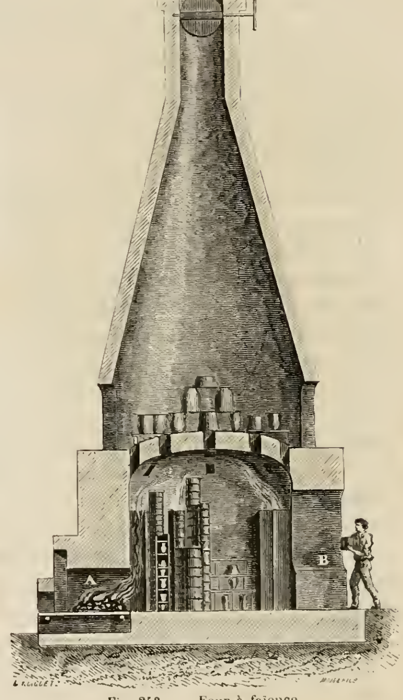


Fig. 258. — Four à faïence.

sert de houille, mais quand on peut disposer de grandes quantités de bois, ce combustible est employé avec avantage, parce qu'il permet de mieux régler la chaleur, de la modérer ou de la renforcer en tel ou tel point du four selon les besoins. La conduite du feu est toujours assez difficile, car on est exposé à chauffer certaines parties du four au détriment des autres. L'habitude est ici la règle de l'ouvrier.

Pour suivre les progrès de la cuisson on a des *montres*. Ce sont des tasses en biscuit recouvertes de poudre d'émail, contenues dans une petite capacité close, et que l'on peut retirer du fourneau, au moyen d'une tige de fer. On juge par l'état du vernis sur ces *montres*, des progrès de la cuisson.

Un four qui contient 140 douzaines de pièces de faïence, brûle, pour une fournée, environ 14 stères de bois, composé d'un mélange de chêne, de hêtre et de charme.

Au bout de trente-six heures, on peut défourner. Après ce premier feu, on retire du four refroidi les pièces cuites, et l'on s'occupe d'y appliquer la couverte ou le vernis.

La *couverte* de la faïence commune se compose d'un émail très-fusible. Cet enduit vitreux diffère dans sa composition selon qu'il doit s'appliquer sur la *faïence blanche* ou sur la *faïence brune*.

L'émail brun de la *faïence brune* est composé à peu près comme il suit :

Minium (oxyde de plomb)...	52
Oxyde de manganèse.......	7
Poudre de brique	41
	100

ou :

Minium....................	53
Oxyde de manganèse.......	5
Brique en poudre..........	42
	100

On réduit ces matières en poudre, et avec de l'eau, on en fait une bouillie claire.

L'émail blanc de la *faïence blanche* est composé d'oxyde d'étain, d'oxyde de plomb, de sable quartzeux, de sel marin ou de soude.

On mêle les oxydes d'étain et de plomb, et on les calcine dans un petit fourneau de laboratoire. On obtient ainsi une poudre jaune, nommée *calcine*, qui est la base de l'émail blanc.

Pour obtenir cet émail, on mélange la *calcine*, avec du sable, du sel marin et un peu de carbonate de soude. C'est ce mélange fondu sous le foyer du four, qui donne l'*émail blanc*.

D'après Brongniart, l'émail blanc dont on fait usage dans les fours à faïence de Paris, est ainsi composé :

Calcine..................	47
Sable de Decise, près Nevers.	47
Carbonate de soude........	3
Sel marin.................	3
	100

L'émail blanc fond à environ 70° du pyromètre de Wedgwood.

Voici comment on applique sur les pièces, en d'autres termes sur le *biscuit* retiré

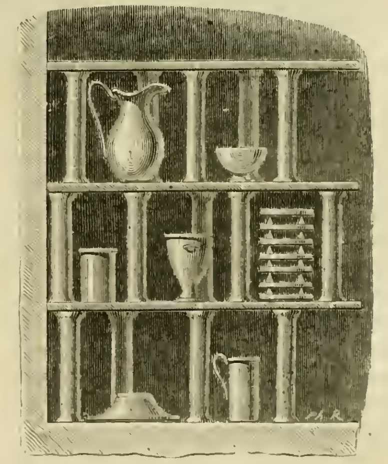


Fig. 259 — Enfournage des pièces de faïence s des tablettes en échappade.

du four après la première cuisson, l'émail des faïences.

L'émail brun ou blanc est d'abord très-finement pulvérisé; ensuite on l'applique sur les pièces, en partie par *immersion*, dans de l'eau qui tient en suspension l'émail pulvérisé, en partie par *arrosement*.

On place le vernis par simple immersion, quand la pièce est toute blanche et par immersion et arrosement à la fois, quand la piè-

ce est brune au dehors et blanche au dedans.

Voici comment l'ouvrier opère pour appliquer le vernis par *immersion*. Il trempe d'abord la pièce dans l'émail de l'extérieur, en la plongeant jusqu'au bord : il la tient alors en dedans. Il laisse raffermir cet émail extérieur, et reprenant la pièce, il y met l'émail blanc intérieur, en l'y versant au moyen d'une cuiller ou d'une tasse. Par un mouvement convenable, il étend cet émail dans tout l'intérieur.

Il importe d'enlever l'émail qui est sous le pied de la pièce, pour l'empêcher d'adhérer sur son support lorsqu'on le cuira. Des ouvriers l'enlèvent avec une brosse.

Disons en passant, que cette opération, qui a pour effet de détacher et de faire voltiger dans l'air une poussière siliceuse et plombifère, est très-nuisible à la santé des opérateurs.

La figure 261, placée en regard de cette page, montre dans tous ses détails l'opération de l'application du vernis par le procédé d'*immersion*. Un ouvrier trempe rapidement dans un baquet contenant le vernis délayé et suspendu dans l'eau une pièce de faïence ayant subi la première cuisson. On voit, au fond, des ouvrières qui enlèvent le vernis sur le pied de la pièce qui doit reposer sur le support afin d'empêcher l'adhérence de cette pièce au support au moment de la fusion du vernis dans le four.

Quand les pièces sont ainsi recouvertes de l'enduit fusible qui doit donner à la surface de la faïence le vernis préservateur, on les reporte au four, pour leur donner le second feu, qui doit fondre l'émail et le faire adhérer.

C'est, comme nous l'avons dit, à la partie supérieure ou au deuxième étage du four, que se fait cette seconde cuisson, ou la cuisson du *biscuit vernissé*.

L'enfournement du *biscuit vernissé* exige une précaution spéciale, que l'on n'avait pas eue pour l'enfournement du biscuit. Nous avons dit que l'on place dans le four les pièces de biscuit tout simplement en *échappades*, c'est-à-dire sur des tablettes horizontales de terre cuite. Cette fois il est indispensable d'enfermer les pièces à vernisser dans une petite boîte d'argile, c'est-à-dire dans une *cazette*, selon le terme technique.

La figure 260 représente des pièces de faïence vernissées, renfermées dans une *cazette*, qui est prête à être introduite dans le four. Les *cazettes* sont émaillées à l'intérieur. On les empile les unes sur les autres dans

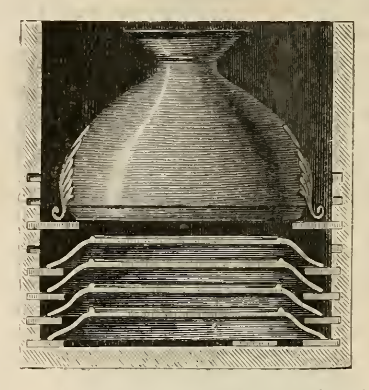


Fig. 260. — Cazette pour l'enfournage des pièces de faïence vernissées.

le four, comme on l'a vu dans la figure 258 (page 358) qui représente le four à faïence.

Par l'action de la chaleur l'émail fond, pénètre en partie dans la substance de la poterie, et l'on a ainsi une couverte luisante, dure et qui ne se gercera pas, si l'émail est de bonne qualité et s'il a été appliqué avec les soins convenables.

La faïence commune reçoit quelquefois des ornements et même des peintures. Ces peintures, qui sont ordinairement grossières (parce que cette poterie, d'une très-faible valeur, ne supporterait pas le prix de peintures précieuses), se font sur la couverte. On expose ensuite les pièces à la chaleur



Fig. 261. — Dépôt du vernis sur la faïence par immersion et retouche des pièces couvertes de poudre de vernis, pour enlever le vernis sur les points de support.

d'un four particulier, qui ne donne qu'une température modérément élevée. La composition de ces couleurs, leur application, leur cuisson ne diffèrent pas des procédés de la peinture sur porcelaine. Aussi ne décrirons-nous la manière dont s'opèrent ces peintures et leur cuisson, que dans le chapitre qui sera consacré à la fabrication et au décor de la porcelaine.

Tels sont les procédés particuliers à la fabrication de la faïence commune de Paris, que nous avons prise comme type.

C'est par les mêmes procédés, simplement modifiés quant à la composition des pâtes et émaux, en raison de la différence des terres et argiles, que se fabrique la faïence commune dans un très-grand nombre de lieux, tant en France que dans diverses contrées de l'Europe.

Les principales fabriques de faïence de France après celles de Paris, de Bourg-la-Reine, de Sceaux, etc., qui sont situées aux environs de la capitale, existent :

A Nevers, où la faïence importée d'Italie en France fut fabriquée pour la première fois; — à Rouen, à Saintes, dans le département de la Charente; — à Saint-Clément, près Lunéville, et à Lunéville; — à Forges-les-Eaux (Seine-Inférieure); — à Tours, où l'on fait plus de faïence brune que de blanche; — à Vron, près Abbeville (Somme); — à Limoges, etc., etc.

Un mot sur la manière dont la faïence se fabrique dans ces usines fançaises.

Les faïenceries de Tours fabriquent les deux espèces de faïence commune, la brune et la blanche. La faïence brune, qui résiste très-bien aux changements de température, se compose de parties égales de marne calcaire de Cambrai et d'argile figuline impure dite *terre des pâtis* ou des *prés*. La faïence blanche se compose des mêmes éléments,

avec addition d'une marne calcaire dite de *Fondète*.

A Nevers, on emploie pour fabriquer la faïence un mélange de *terre blanche*, qu'on extrait, près de la ville, d'un lieu nommé *la Raye*, de *terre jaune*, argile sableuse extraite aux *Chaumoines*, et de *terre grise*, argile moins sableuse, extraite aux *Neuf Piliers*.

La faïence de Rouen, autrefois si renommée, est aujourd'hui réduite à une seule usine importante. L'argile qu'on y emploie s'extrait de la forêt de Lalondes, près de Rouen, de Saint-Aubin-la-Campagne à l'est de Rouen, de Bosc-Roger, de Thuit-Hébert, et de Forges-les-Eaux. On y ajoute du sable de Decize, qui est fusible, ou bien un grès pulvérisé, que l'on extrait des environs de Pithiviers.

Au Havre, la faïence commune se fabrique avec des argiles de Saint-Aubin, des terres prises au bord de la mer et des marnes des prés.

A Lunéville et Sarreguemines, où existent des faïenceries très-importantes, les argiles sont tirées des localités environnantes.

La faïencerie de Gien (Loire) emploie de l'argile de Neuvy, qui arrive par bateaux, mélangée à un kaolin impur, que l'on extrait entre Gannat et Montluçon (Allier) et de cailloux siliceux du lit de la Loire. Ces cailloux sont calcinés dans l'usine. L'argile donne à la pâte la plasticité, le kaolin la blancheur, la silice la résistance. Les fabriques de Gien produisent beaucoup de faïences communes, peintes ou colorées.

Toutes ces faïenceries chauffent leurs fours à la houille.

En Allemagne, les fabriques de faïence commune sont très-nombreuses. Celles de Cologne sont citées comme les plus avantageuses pour l'usage et pour les qualités du décor.

On fait en Espagne, dans diverses provinces, mais principalement à Talavera-de-la-Reyna, dans la Nouvelle-Castille, province de Tolède, des faïences à biscuit assez dense, jaunâtre, qui est couvert d'un émail blanc bien glacé. Le nom de *Talavera*, par lequel on désigne en Espagne toutes ces faïences, vient de celui de la ville, où elles étaient fabriquées autrefois avec une grande perfection.

Nous avons parlé dans la partie historique de ce travail, des faïences de Delft, en Hollande, faïences remarquables par la glaçure de leur émail, sur lequel on exécutait des peintures, qui joignent à une grande finesse, des couleurs assez vives. Mais aujourd'hui, comme nous l'avons dit, cette belle industrie a déserté la Hollande.

Les faïences actuelles d'Italie, et surtout celles de Savone en Piémont, ainsi que celles de Naples, ont beaucoup perdu de leur ancienne supériorité, et sont inférieures aux faïences française, espagnole et allemande. Seule, la fabrique de Doccia, près de Florence, dont nous avons longuement parlé plus haut, produit des ouvrages justement estimés.

CHAPITRE XXXIII

LA FAÏENCE FINE OU FAÏENCE ANGLAISE. — PROCÉDÉS POUR SA FABRICATION EN FRANCE ET EN ANGLETERRE.

Cette poterie, qui constitue la quatrième classe établie par Brongniart, est caractérisée en ces termes, par le célèbre céramiste : « Pâte blanche, opaque, à texture fine, dure « et sonore, recouverte d'un vernis cristal- « lin, plombifère. »

La faïence fine est un produit d'invention moderne. C'est à la fin du siècle dernier qu'elle commença à être fabriquée en Angleterre, par Wedgwood. Nous avons déjà raconté la découverte fortuite sur laquelle repose la fabrication de ce produit. L'ad-

dition du silex calciné à la pâte argileuse fut, comme nous l'avons dit, le résultat du hasard, ou plutôt d'une observation judicieuse. C'est en observant que le silex blanchit par la calcination, que le potier Astbury, eut, le premier, l'idée de blanchir la pâte calcaire des argiles par l'addition du silex calciné.

La blancheur de la pâte de cette poterie, l'éclat et la dureté de son vernis, lui assurent une place importante parmi les produits de l'industrie céramique moderne. Aussi exposerons-nous avec quelque étendue tout ce qui s'y rapporte.

M. Aimé Girard, dans son rapport sur les produits céramiques de l'Exposition universelle de 1867, a donné sur la faïence fine ou anglaise, des détails fort instructifs, que nous croyons devoir reproduire.

« Sous les noms de *porcelaine opaque*, de *demi-porcelaine*, de *cailloutage*, de *lithocérame*, de *granit*, de *china*, on désigne, en France, dit M. Aimé Girard, les variétés plus ou moins belles d'une poterie à laquelle appartient et convient seul le nom de *faïence fine*. Les Anglais ont également pour ce produit des noms très-variés; ils l'appellent : *earthen vase, flint-vase, ironstone; wedgwood, white glaze, white-granit, cream-colour, pearl-glaze*, etc.; pour les Allemands, c'est le *steingut*, le *hartsteingut*, le *feine faience*, le *weissgranit;* pour les Suédois, c'est la *porslim aokta* (fausse porcelaine); pour les Italiens, la *terraglia*; pour les Espagnols, la *loza fina*; pour les Portugais, la *louça vidrada*.

« Quelque nombreux et généralement impropres que soient ces différents noms, ils ne s'en appliquent pas moins à un produit unique, dont les qualités peuvent varier en intensité, mais sont cependant assez faciles à préciser pour faire de ce produit une individualité définie.

« La faïence fine, en effet, se distingue aisément de toutes les autres sortes de poteries.

« Elle diffère de la faïence commune en ce que sa pâte est blanche ou à peine jaunâtre, en ce que sa couverte est transparente et laisse voir la pâte qu'elle recouvre, tandis que celle de la faïence commune est opacifiée par l'oxyde d'étain, et cache sous un émail laiteux la coloration du subjectile; à ce double caractère, il faut ajouter que la couverte de la faïence fine est d'une grande dureté et ne se laisse entamer par l'acier que sous l'action d'une pression considérable.

« Elle diffère de la porcelaine dure ou tendre en ce que sa pâte est opaque et non translucide, poreuse et non vitrifiée à demi; en ce que, encore, sa couverte ne forme pas, comme celle de la porcelaine, une combinaison intime avec la pâte céramique qu'elle protége.

« La faïence fine est aujourd'hui, après les faïences communes que fabriquent tous les peuples, après les terres cuites destinées à l'art des constructions, le produit céramique le plus important de l'Europe sous le rapport non seulement du nombre, mais encore de la valeur des objets fabriqués : cette valeur atteint près de 80 millions de francs.

« Considérée au point de vue industriel, la faïence fine est un produit moderne; c'est à la fin du siècle dernier qu'on la voit naître en Angleterre; c'est en 1825 seulement que la France en tente la fabrication. Mais longtemps avant cette époque la faïence fine avait fait dans le domaine de l'art une apparition éphémère et dont le temps n'a épargné que quelques rares témoins. Les belles poteries connues sous le nom de faïences de Henri II ne sont autres, en effet, que des faïences fines, à couverte transparente et semblables de tous points aux premiers produits sortis deux cents ans après des fabriques anglaises. Cependant ce n'est point de ces poteries que les céramistes de l'Angleterre se sont inspirés pour créer la faïence moderne; ils ne les connaissaient pas, et aucune tradition n'avait pu leur en transmettre la composition. Au milieu du XVI[e] siècle, le Poitou avait vu prospérer, pendant quelques années peut être, la fabrication de ces produits; puis, tout d'un coup, fabricants et fabrication avaient disparu, sans laisser aux temps modernes d'autres traces de leur passage que les cinquante et quelques pièces qui sont parvenues jusqu'à nous.

« La création de la faïence anglaise est l'œuvre d'Astbury et de Wedgwood : le premier, vers 17..0, découvrait le moyen d'éteindre la coloration ocreuse de l'argile plastique en additionnant cette terre de silex blanchi par la calcination. Le second, trente-trois ans plus tard (1763) complétait cette découverte en remplaçant le vernis essentiellement plombeux des poteries d'Astbury par des glaçures analogues à celle des terres de pipes françaises.

« Entre les mains habiles de Wedgwood la faïence fine se perfectionna rapidement ; et, dès le commencement de ce siècle, les travaux de l'illustre potier d'Étruria avaient mis l'Angleterre en possession de méthodes qui devaient bientôt lui permettre de répandre dans le monde entier les produits de son industrie céramique.

« Ces produits étaient à peine connus en France lorsque, en 1824, M. de Saint-Amand, que plusieurs voyages en Angleterre avaient mis à même d'en apprécier les qualités éminentes, entreprit d'en importer la fabrication dans notre pays. Après s'être assuré la priorité de la tentative par un brevet d'importation pour *appliquer aux matières indigènes les*

procédés de fabrication des poteries anglaises, M. de Saint-Amand chercha les moyens de réaliser industriellement ses projets; mais des difficultés privées l'arrêtèrent dès le début, et ses efforts seraient sans doute restés stériles, si, appréciant toute la portée de l'entreprise, Brongniart, à cette époque directeur de la manufacture de Sèvres, n'eût mis généreusement à la disposition de M. de Saint-Armand un atelier, un four, des moules et une collection des terres argileuses de la France, collection dont Chaptal avait, lors de son ministère, ordonné et surveillé la formation. Ainsi soutenu dans sa marche, M. de Saint-Amand ne tarda pas à rencontrer le succès, et dès 1827 les sociétés savantes appelées à juger ses produits, proclamaient que le problème de la fabrication de la faïence fine en France était résolu. Les principales manufactures de terres de pipe françaises comprirent immédiatement l'importance de ce résultat, et dès 1828, elles abordaient résolûment la fabrication de la faïence fine.

« Ces poteries étaient alors d'un prix élevé et de beaucoup supérieur au prix des produits similaires anglais. En 1835, la douzaine d'assiettes blanches, qui vaut aujourd'hui 1 fr. 50, ne se vendait pas moins de 3 fr. 50 à 5 francs. Mais cet état de choses ne devait pas durer, fabricants et consommateurs devaient rapidement comprendre à quel besoin répondait la fabrication nouvelle : remplacer la poterie commune pour le service de la table et de la toilette, tel devait être son rôle. Ce rôle, elle ne tarda pas à le jouer, et de 1835 à 1855 on vit les manufactures françaises, qui les premières avaient tenté la fabrication de la faïence fine, s'élever progressivement, tandis que, à côté d'elles, naissaient ou se transformaient d'autres établissements.

« L'Exposition de 1855 eut, au point de vue du produit qui nous occupe, une importance capitale ; pour la première fois, la nouvelle poterie française allait se mesurer avec l'ancienne poterie anglaise ; la lutte, hâtons-nous de le dire, ne devait pas être au désavantage de la France, et les fabricants anglais reconnurent eux-mêmes l'excellente qualité des faïences de notre pays. »

C'est en Angleterre que se fait la plus belle faïence fine. L'industrie créée par Wedgwood, à Burslem, au XVIIIe siècle, n'a rien perdu de nos jours de son importance. Le monde entier est tributaire des faïences du Staffordshire. Aussi, commencerons-nous par décrire la fabrication de la faïence fine, telle qu'elle se fait en Angleterre. Nous parlerons ensuite de la fabrication du même produit dans nos usines françaises.

La pâte de la faïence fine, qui est toujours très-plastique, se compose d'argile plastique lavée et de silex broyé fin. Quelquefois on ajoute au mélange un peu de craie.

La composition du *vernis* varie beaucoup, cependant on peut la ramener à de la silice unie à du quartz ou même à du feldspath, à du carbonate de soude et du minium.

Délayé dans l'eau à l'état de bouillie épaisse, ce vernis se place par immersion, rarement par arrosage.

Le *façonnage* de la faïence fine se fait avec soin, quoique avec rapidité; les pièces sont, en général, minces et légères.

La *cuisson* se fait en deux fois. La pâte est d'abord cuite en biscuit; le vernis est ensuite cuit séparément, à une température très-élevée.

L'*encastage* se fait dans des *cazettes*.

On distingue en Angleterre trois variétés de faïence fine:

1° La *terre de pipe*, ou faïence calcarifère c'est-à-dire contenant de la craie;

2° La faïence caillouteuse;

3° La faïence feldspathique.

Nous donnerons d'abord la composition de la pâte de *terre de pipe*.

D'après Schumann, la *terre de pipe* anglaise se compose de :

Argile plastique..........	86
Silex..................	13
Chaux..................	1
	100

La couverte de cette faïence se compose, d'après le même auteur, de :

Sable..................	31
Minium.................	30
Litharge...............	27
Feldspath calciné..........	7
Borax..................	3
Cristal................	2
	100

La pâte de la *faïence fine cailloutée an-*



Fig. 262. — Gabarit pour la fabrication des assiettes.

glaise renferme, selon Oppenheim et Battenaire :

Argile plastique	87
Silex	13
	100

La couverte de cette faïence s'obtient, d'après Battenaire, en prenant :

Sable de feldspath altéré	42
Minium	26
Borax	21
Carbonate de soude	11
	100

La pâte de la *faïence fine feldspathique* se fait, d'après Saint-Amand, avec :

Argile plastique d'Angleterre	62
Kaolin	15
Silex	19
Feldspath altéré	4
	100

La glaçure pour la *faïence feldspathique* se prépare, d'après Aikin, avec :

Oxyde de plomb	52
Kaolin caillouteux	25
Silex	13
Cristal	10
	100

Les argiles et les kaolins qui doivent servir à composer la pâte, sont broyés très-fin dans des meules, par l'intermédiaire de l'eau. On mélange cette pâte avec une plus grande quantité d'eau, et on la tamise, pour retenir les parties caillouteuses. Ensuite on place la pâte tamisée dans des *gâchoirs*, où elle est intimement mêlée, dans toutes ses parties.

En général, on se trouve bien de conserver les terres argileuses dans des caves humides, avant de les employer. Elles y subissent on ne sait trop quelle transforma-

tion (1), mais une transformation positive, puisque cette précaution a été de tout temps jugée nécessaire par les opérateurs. Quand elle a subi le temps nécessaire de *pourriture* (qui varie de six à huit mois), la pâte est bonne à employer. Elle est alors très-fine, très-longue et se travaille facilement, qualités qu'elle ne possédait pas avant son long stage dans l'immobilité.

Le façonnage des pièces de faïence fine se fait, comme toutes les autres poteries, au tour, par l'*ébauchage* et le *tournassage*, deux opérations que nous n'avons plus à décrire. Les pièces sont terminées sur le tour, avec des *calibres*.

Pour les pièces plates qui sont fabriquées en grand nombre, telles que les assiettes, on a un moule en plâtre qui représente le dessous de l'assiette. On place le moule sur le tour, et on applique sur ce moule une plaque de pâte, qu'on comprime et qu'on étend uniformément pendant que le tour est en mouvement. Quand on a obtenu ainsi une assiette grossière, on l'entaille peu à peu et régulièrement avec un instrument fixe en laiton ou en acier, dont le tranchant représente le profil à donner à la surface extérieure de l'assiette.

Cet instrument se nomme *calibre* ou *gabarit*. Il est représenté dans la figure 262, qui fait voir un ouvrier façonnant une assiette avec le *gabarit*.

Cet instrument se compose, comme on le voit, d'une sorte de couteau de laiton ou d'acier, fixé à un montant de bois qui n'est pas mobile et qui est placé près du disque tournant du tour à pied.

Le tranchant du couteau du *gabarit* représente la moitié du profil de l'extérieur de l'assiette. On fait descendre ce couteau progressivement, de manière à entailler l'assiette, et l'on s'arrête lorsque celle-ci a été amené à l'épaisseur convenable. Des repères placés sur le couteau font juger quand ce point est atteint.

Pour façonner les pièces analogues par leur forme aux plats ou aux assiettes, on a des galibres ou *gabarits* représentant le profil exact à donner à la pièce. Mais il faut que la forme de la pièce soit circulaire. Les pièces ovales, carrées, rectangulaires, etc., ne peuvent se façonner sur le tour, qui ne donne que des formes circulaires. Pour ces autres pièces on a recours au moulage. La pâte de faïence est coulée à l'état de bouillie liquide, dans des moules de plâtre. Le plâtre absorbe l'eau et la pâte à demi desséchée reste à l'intérieur du moule ; de là on l'extrait au bout de quelques minutes.

Les faïences fines anglaises se cuisent dans des fours qui ressemblent en tous points à celui que nous avons figuré pour la faïence commune (page 358). La houille est, nous n'avons pas besoin de le dire, le seul combustible employé dans les faïenceries anglaises.

Le *biscuit* de faïence fine, c'est-à-dire les pièces ayant subi la première cuisson, est porté à l'atelier, pour recevoir la couverte ou vernis.

La couverte s'applique, en général, par *immersion*. L'émail bien divisé par la porphyrisation est délayé dans l'eau que contient une cuve de bois, et l'ouvrier plonge rapidement la pièce dans cette cuve. La pâte absorbante du biscuit retient une certaine quantité de la poudre d'émail qui reste à la surface de la pièce.

Nous avons déjà représenté (fig. 261, page 361) la manière d'appliquer le vernis par immersion.

D'autres fois le dépôt de la couverte se fait par simple *arrosement*, c'est-à-dire en versant sur la pièce à vernir de l'eau qui tient en suspension l'émail porphyrisé.

La pièce vernissée est reportée au four, qui est moins chauffé que pour la pre-

(1) Ce que l'on sait seulement, c'est que l'oxyde de fer doit se dissoudre avec le temps, passer à l'état de sulfate soluble, qui disparaît et laisse la pâte plus blanche et plus ductile.

mière cuisson. Elle subit la seconde cuisson, qui a pour but de faire fondre et pénétrer la couverte dans la partie superficielle de la pièce.

Tandis que le four de première cuisson est chauffé à la température de 30 à 100° du pyromètre de Wedgwood, la température du four pour le vernissage ne dépasse pas 10 à 30° du même instrument.

Nous parlons ici de la terre de pipe. Pour la *faïence cailloutée*, le four de première cuisson est chauffé à 60° du pyromètre de Wedgwood, et la seconde cuisson ne demande pas plus de 12° du même pyromètre. Enfin la *faïence fine feldspathique* se cuit à 100° pour le *biscuit* et à 20 ou 30° pour le vernissage.

La cuisson d'une fournée de biscuit dure environ quarante heures.

Les pièces, tant en biscuit qu'en cru, sont toujours placées dans des *cazettes*.

L'encastage du four à biscuit ne présente rien ni de difficile, ni de remarquable. Un four renferme ordinairement quatre-vingts piles de cazettes, qui contiennent chacune de quinze à seize assiettes.

Il faut plus de précaution pour disposer dans le four les cazettes remplies de pièces à vernir.

On place les piles de cazettes de manière à permettre la libre circulation de la flamme du foyer autour d'elles. La place que les pièces occupent dans le four est déterminée par le rapport qu'il y a entre la fusibilité de leur vernis et la température de la partie du four où on les place. On met par exemple dans les parties les plus chaudes cette sorte de faïence, participant un peu de la porcelaine tendre que les Anglais nomment *faïences de fer* (*ironstone China*). Les cazettes, placées entre les *alandiers*, c'est-à-dire les foyers du four, renferment les grandes pièces, telles que pots à l'eau et cuvettes, ornées de dessins. Dans la partie inférieure et moyenne du four, qui est la partie la moins chaude, on met la faïence dite *couleur de crème*. On place aussi les grès-cérames colorés dans les cazettes basses et dans celles du milieu.

Dans certaines faïenceries, on ne cuit pas les faïences vernissées dans le même four que le biscuit. On a, pour vernir les faïences, des fours plus petits que ceux qui servent à cuire le biscuit. Un four à biscuit ordinaire a 4 mètres 70 centimètres de hauteur sur 4 mètres de diamètre; un four à vernis n'a que 4 mètres 20 centimètres de hauteur sur 3 mètres 50 centimètres de diamètre.

En général, un four à vernis renferme 60 piles de cazettes, chaque cazette renfermant 18 assiettes, en supposant qu'il n'y ait que des assiettes.

Lorsque l'enfournement est terminé, on mure la porte du four avec deux rangs de briques.

Si l'on met le feu, comme c'est l'usage en Angleterre, à 5 heures du soir, on l'augmente peu à peu jusqu'à 10 heures, alors les *alandiers*, c'est-à-dire les deux foyers, lesquels, comme nous l'avons dit, sont placés au bas et de chaque côté du four, sont entièrement pleins de charbon. Jusque-là les alandiers et le régulateur du tirage étaient ouverts; à ce moment on ferme, mais non pas entièrement, la bouche supérieure du four en poussant le régulateur, c'est-à-dire un plateau mobile qui peut fermer le tuyau de la cheminée. De minuit à six heures du matin, on met toutes les heures une charge de houille. De 6 à 7 heures, l'émail commence à fondre. A 8 heures et demie, la cuisson est très-avancée. Elle est terminée à 9 heures.

La cuisson du vernis de faïence fine dure donc, en Angleterre, environ quinze heures, depuis le moment où l'on commence le feu jusqu'à celui où on le cesse.

Lorsque le vernis entre en fusion, il faut faire en sorte que la température ne baisse pas, mais qu'elle reste à peu près la même jusqu'à la parfaite cuisson.

Pour juger la température du four, on se sert de *montres*, composées de petites boules de pâte de faïence, renfermées dans une cazette, et que l'on retire de temps en temps, pour juger l'effet de la chaleur sur le biscuit ou sur le vernis.

Les faïences fines anglaises reçoivent presque toujours des peintures ou des ornements colorés. Les procédés pour la peinture sur faïence, étant les mêmes que ceux pour la peinture sur porcelaine, nous renvoyons leur description au chapitre qui sera consacré à la peinture sur porcelaine.

Dans les faïenceries, la fabrication des pipes est un article de première importance, au point de vue industriel, et elle comporte des opérations particulières. Aussi croyons-nous devoir décrire cette fabrication comme appendice à ce qui précède, en ayant toujours en vue la fabrication anglaise.

La pâte destinée à la confection des pipes, est une argile plastique blanchâtre, que l'on trouve en Angleterre dans les terrains tertiaires. On l'emploie sans aucune addition de matières *dégraissantes*. Quand elle a été convenablement passée au *gâchoir* et battue, on prend une boule de pâte et on la façonne en tuyau, au moyen d'un moule. On ajoute à ce tube une petite masse pour faire le fourneau de la pipe. Alors un autre ouvrier perce le tuyau avec une tige de laiton huilée. Tenant l'aiguille encore en place, le même ouvrier met le cylindre de pâte dans un moule formé de deux coquilles de cuivre, qu'il serre au moyen d'une vis de pression. Les fourneaux de pipes sont ainsi modelés. L'objet modelé étant retiré du moule, un troisième ouvrier achève le fourneau de la pipe, en enfonçant le doigt à l'intérieur de ce fourneau, et égalisant ses bords. On termine le tuyau en poussant l'aiguille de laiton jusqu'à ce que son extrémité apparaisse au fond du fourneau.

Les ornements, figures, décors ou emblèmes qui accompagnent le fourneau des pipes, se font dans le moule même. Les marques s'impriment avec des roulettes gravées.

Un ouvrier mouleur peut façonner environ 500 pipes par jour.

Les pipes étant façonnées, on les laisse sécher lentement à l'abri du soleil, puis on les porte au four.

La figure 263 représente le fourneau habituellement employé en Angleterre pour la cuisson des pipes. A est le foyer, B l'intérieur du fourneau, C la cazette, dans laquelle les pipes sont déposées, D le tuyau de cheminée, E la porte du four. Un de ces fourneaux renferme 2,000 pipes, dont la cuisson exige 8 à 9 heures.

La pipe ne reçoit point de couverte. Cet objet ne consiste qu'en une argile blanche cuite purement et simplement. Seulement, comme la faïence des pipes est très-absorbante, on la rend moins happante aux lèvres en trempant l'extrémité du tuyau dans une boue argileuse, composée d'eau et d'argile grasse. Une mince couche d'argile se dépose ainsi au bout du tuyau. Quand cette couche d'argile est sèche, on la polit en la frottant avec une flanelle. S'il s'agit de pipes plus fines, on les frotte avec une flanelle imbibée d'un vernis, composé de savon, de cire et de gomme, que l'on a fait bouillir ensemble dans de l'eau.

L'*encastage* des pipes, c'est-à-dire leur installation dans les *cazettes*, pour la cuisson, se fait en France et en Allemagne, d'une façon particulière et toute différente de ce qui est en usage en Angleterre. Quand la cazette est remplie de pipes, on y verse une poussière de terre cuite. Cette poudre, s'introduisant dans les interstices et dans les vides que les pipes laissent entre elles, les maintient et les empêche de se déformer.

Les fours dans lesquels on cuit les pipes en Allemagne et en France sont petits, et leurs formes cylindriques-rectangulaires, comme le montre la figure 263.

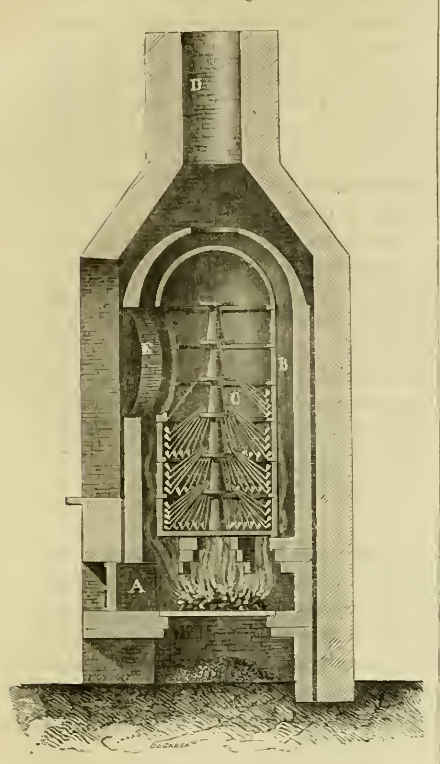


Fig. 263. — Four pour cuire les pipes.

Le *Rapport sur les faïences fines* rédigé par M. Aimé Girard, dans la collection des *Rapports* sur l'exposition universelle de 1867, et que nous avons déjà cité, renferme des détails pleins d'intérêt sur l'organisation des fabriques de faïences en Angleterre.

« On ne saurait être surpris, dit M. Aimé Girard, de trouver l'Angleterre au premier rang des pays producteurs de faïences fines. Elle a créé la fabrication de cette poterie, longtemps elle en a gardé le monopole, et l'habileté industrielle de ses potiers ne s'est jamais démentie. Aussi, depuis le commencement de ce siècle, sa production n'a-t-elle point cessé de s'accroître ; on l'estime aujourd'hui à près de 55 millions de francs ; ce chiffre représente les trois quarts de la production européenne. Une faible partie seulement de ces poteries est destinée à l'Angleterre, la majeure partie, estimée à 35 ou 40 millions de francs, est livrée à l'exportation. Les États-Unis, le Brésil, les Indes, l'Australie, etc., en sont les principaux consommateurs, et la France elle-même, malgré la perfection actuelle de sa fabrication, demande encore à l'Angleterre environ 800,000 francs de faïences fines chaque année.

« C'est dans un petit nombre de grandes manufactures, dans un nombre beaucoup plus considérable de petites fabriques qu'a lieu cette énorme production. Grands et petits, tous ces établissements, au nombre de 200 environ, se trouvent groupés, se touchant presque les uns les autres, au centre de l'Angleterre, dans un district du Staffordshire, dont l'étendue ne dépasse pas 4 à 5 lieues carrées. Ce district n'avait autrefois aucune importance ; à la fin du siècle dernier, on y trouvait à peine 6,000 habitants ; il en avait 31,000 en 1810 ; on en compte 125,000 aujourd'hui. Sur ce nombre, 30,000 personnes, dont 10,000 femmes, sont directement employées à la fabrication des faïences fines et de la porcelaine tendre.

« Plusieurs villes s'y rencontrent, Burslem, Stoke-on-Trent, Loughton, Newcastle-under-Lyme, etc., qui comptent 15 et même 20,000 habitants. En tête des grands établissements que ces villes renferment se place la célèbre manufacture de MM. Minton, à Stoke-on-Trent ; 1,500 à 1,600 ouvriers y travaillent journellement à la production de la faïence fine et de la porcelaine tendre ; de toutes les usines céramiques de l'Angleterre, elle est la plus considérable, et c'est seulement sur le continent que nous en retrouverons d'aussi importantes. A côté de la manufacture de MM. Minton s'en placent quelques autres dans lesquelles le nombre varie de 600 à 400 ; telles sont celles de MM. Copeland, Ridgway, Wedgwood, Pinder-Bourne, Jones, Brownfield, etc. ; mais bientôt ce chiffre s'abaisse et l'on ne trouve plus que ces petites fabriques, au nombre de plus de 150, qui emploient une centaine de personnes environ et souvent descendent jusqu'à 30 ou même 20 ouvriers.

« Parmi ces fabriques, les plus considérables seulement s'astreignent à poursuivre la série complète des opérations successives qu'exigent le broyage, le mélange, le raffermissement, le façonnage et la cuisson des pâtes. Les autres ne sont quelquefois que de simples ateliers de façonnage : la famille aidée d'un petit nombre d'ouvriers en constitue tout le personnel ; la pâte en masse est achetée toute préparée ; puis, après l'avoir façonnée, le potier la porte cuire dans un four voisin. D'autres fois, l'entreprise a plus d'étendue ; au lieu d'acheter la pâte toute

faite, le potier, auquel son devancier a légué des formules, des secrets, se contente d'acheter à quelques-uns de ces moulins puissants qui, dans le *Ware district*, exécutent le broyage des matières dures, la barbotine de silex, celle de Cornish-stone, et quelquefois même l'argile délayée. Ces barbotines diverses (*slop*) sont vendues, à une densité déterminée, dans des barils de 300 à 600 litres. Le potier les mélange dans sa fabrique, les additionne directement de kaolin, si la composition l'exige, les raffermit, les façonne et les cuit. L'organisation de ces dernières fabriques semble être le type vers lequel tendent aujourd'hui les potiers du Staffordshire : il y a peu de temps encore, un petit nombre d'entre eux seulement se trouvaient en mesure d'opérer dans l'atelier même le raffermissement des pâtes; aujourd'hui, la plupart montent des machines à vapeur pour réaliser cette opération qu'a beaucoup simplifiée, dans ces dernières années, l'emploi des presses de Needham et Kyte.

« Ce remarquable faisceau de poteries anglaises, groupées, depuis près d'un siècle, dans un district restreint, où l'on ne trouve aucune des matières premières qu'exige la fabrication, où rien, en somme, ne justifie leur agglomération, semble en ce moment menacé de se rompre. Déjà des centres céramiques nouveaux se sont créés à Glasgow et à Newcastle-on-Tyne. Les matières premières arrivent directement par voie de mer au pied de ces usines et les manufacturiers économisent ainsi les frais de transport de ces matières par canal, de Liverpool aux *Potteries*, transport dont le prix ne s'élève pas à moins de 10 francs par tonne.

« A l'exception de l'acide borique et des produits accessoires, toutes les matières premières employées en Angleterre, sont extraites du sol de ce pays. L'argile plastique vient du Dorsetshire et du Devonshire ; le kaolin, la pegmatite sont fournis par le Cornwall, et les silex sont recueillis sur les côtes méridionales de l'Angleterre; quelquefois, cependant, ces silex sont rapportés, comme fret de retour, des côtes de France et surtout de Dieppe.

« C'est, d'ailleurs, dans des proportions colossales que ces divers produits sont livrés à la fabrication des faïences fines et des porcelaines tendres anglaises; d'après une statistique, dressée en 1865 par M. Coghill, le poids de la *pâte* ou *masse*, prête pour le façonnage, s'élève, pour le district des poteries, à 160,000 tonnes ; dans ce poids, l'argile plastique figure pour 28 pour 100; le kaolin du Cornwall, pour 26 pour 100; le silex, pour 29 pour 100; la pegmatite ou cornish-stone, pour 19 pour 100. Le poids du borax employé pour les couvertes n'est pas moindre de 1,200 tonnes; 30,000 kilogrammes d'oxyde de cobalt servent à azurer les pâtes et les glaçures; enfin, plus de 375 kilogrammes d'or, soit près d'un million de francs, figurent, comme matière première, dans la décoration de ces poteries. »

Passons à la fabrication en France des faïences fines, dites *anglaises.*

En France, c'est à Creil et à Montereau qu'existent les plus importantes fabriques de faïences fines dites anglaises. A Choisy, à Chantilly, à Sarreguemines et dans quelques autres villes du Nord, à Saint-Clément, à Lunéville, à Toulouse, on fabrique également ces faïences. Les manufactures des environs de Paris produisent presque exclusivement de la faïence fine, cailloutée, et de la terre de pipe.

Dans les fabriques des environs de Paris, on emploie en général de l'argile de Montereau. C'est une argile grisâtre, très-riche en silice. (Elle contient 73 pour 100 de silice et 27 d'alumine.) Elle est donc bien moins riche en alumine, c'est-à-dire en matière plastique, que les argiles anglaises.

La pâte de ces faïences est composée de :

Argile de Montereau.......	87
Silex pyromaque...........	13
	100

On cuit cette faïence à 80 degrés seulement du pyromètre de Wedgwood. Cette température est inférieure à celle qui sert à la cuisson du même produit en Angleterre, mais on ne saurait la dépasser sans altérer ou décolorer la pâte. Aussi les faïences françaises sont-elles moins blanches que les faïences anglaises.

La couverte que l'on applique sur ces faïences, varie d'une fabrique à l'autre. Ce sont, en général, des vernis très-fusibles, car la température des fours dans lesquels on cuit la faïence pour le vernissage, ne dépasse pas 18 degrés du pyromètre de Wedgwood.

Voici la recette de deux de ces vernis :

Sable quartzeux blanc......	28
Minium..................	45
Soude à 70°..............	17
Verre ordinaire...........	9
Borax du commerce........	1
	100

(3 millièmes d'azur de cobalt.)

Sable quartzeux blanc......	36
Minium....................	45
Soude à 80°...............	17
Nitre.....................	2
	100

(2 à 3 millièmes d'azur.)

Pour apprécier l'effet de la chaleur sur le biscuit, ou les pièces à vernir, on se sert de *montres* consistant en fragments de la même pâte que la faïence contenue dans le four. Au moyen d'une tringle de fer on les retire de temps en temps du four, pour juger de leur degré de cuisson.

C'est à peu près de la même manière que l'on fabrique les faïences dites anglaises en Allemagne, par exemple à Trèves (Prusse rhénane) et à Sept-Fontaines, près de Luxembourg.

Les usines de M. Boch-Buschman, à Mettlach, près de Trèves, et à Sept-Fontaines, emploient l'argile plastique de Valendahr près Coblentz, le quartz des Ardennes, et un huitième de craie.

Dans ces usines, les tours à ébaucher et à tournasser sont mus par une machine hydraulique.

On cuit ces faïences dans des fours qui ont la forme d'un demi-cylindre couché, de 4 mètres de hauteur sur 8 de longueur, avec du bois à Luxembourg, avec de la houille à Mettlach. Le biscuit est cuit dans le bas du four, et les pièces à vernir dans le haut. La cuisson dure de vingt-deux à vingt-trois heures.

En Suède, à Roïstrand, près de Stockholm, on fait la faïence par les mêmes procédés. Dans cette dernière fabrique, les tours à ébaucher sont mus par une machine à vapeur.

Nous trouverons dans l'excellent rapport de M. Aimé Girard, que nous avons cité plus haut, quelques renseignements intéressants sur l'état de la fabrication de la faïence fine chez différents peuples de l'Europe.

« *Autriche.* — C'est principalement en Bohême et à côté de l'industrie verrière, dit M. Aimé Girard, que se rencontre l'industrie céramique de l'Autriche; comme en Prusse, cette industrie consiste surtout dans la production de la porcelaine dure; cependant la faïence fine y est aussi l'objet d'une fabrication intéressante, dont le rendement s'est élevé, en 1865, à 2,300,000 francs environ. Cette fabrication est extrêmement divisée; une seule manufacture, située à Dallwitz, et appartenant à la banque de Thuringe, emploie 150 ouvriers; les autres établissements sont de petites fabriques, au nombre d'une trentaine environ, n'ayant chacune qu'un personnel restreint. La principale matière employée dans ces fabriques est l'argile plastique qu'on trouve en Bohême, en Moravie et dans la haute Autriche; les produits sont presque entièrement consommés sur place, et les relevés officiels n'accusent qu'une exportation insignifiante de 789,500 kilogrammes, en 1865. Aucune fabrique autrichienne n'a envoyé de faïence fine à l'exposition de 1867.

« *Belgique.* — On trouve, dans ce pays, deux importantes manufactures de faïences fines, celle de M. Boch frères, à Kéramis, et celle de M. Capellemans, à Jemmapes, dont la production réunie peut être évaluée à 1,500,000 francs. Celle de Kéramis, la seule sur laquelle nous ayons des renseignements précis, emploie 300 ouvriers; la plus grande partie des faïences belges est consommée sur place; un cinquième environ est exporté en Amérique, en Portugal, etc.

« *Pays-Bas.* — La Hollande, où la fabrication de la terre cuite, et notamment des briques, est si largement développée, et dont les anciennes faïences ont une si grande renommée, possède également une importante fabrication de faïence fine qu'on peut évaluer annuellement à près de 2,300,000 francs. A la tête de cette fabrication se placent les puissantes usines de M. Regout, à Maestricht, usines où se trouvent réunis près de 2,600 ouvriers, dont 1,400 travaillent exclusivement à la production de la faïence, et 1,200 à celle de verreries diverses. Une portion de ces produits est destinée à la consommation locale, mais la plus grande partie est livrée à l'exportation et va, en Amérique et aux Indes, lutter contre les poteries anglaises. A la suite de cette manufacture, viennent se ranger celles de la Société céramique, à Wyck, qui compte 220 ouvriers, et celle de M. Boch, qui, dans la même ville, emploie 60 personnes environ à la fabrication de la faïence fine.

« *Suède.* — La faïence fine est la seule poterie usitée en Suède : deux belles manufactures établies, l'une à Roïstrand, l'autre à Gustafberg, près de Stockholm, comptent, l'une 250 ouvriers, l'autre 300, occupés

à la production de services de table et de toilette élégants et soignés, dont le chiffre de vente s'élève, chaque année, à près de 1,500,000 francs. L'importation des faïences étrangères, qui depuis dix ans n'a fait que décroître dans ce pays, n'atteint pas aujourd'hui 100,000 francs. En Norwége, au contraire, où l'on ne trouve aucune fabrique de faïence fine, l'importation anglaise s'élève à plus de 200,000 francs.

« *Russie.* — Nous ne connaissons qu'une seule fabrique de faïence fine en Russie, celle de M. Paul Gardner, à Verbilk, gouvernement de Moscou; la porcelaine y est fabriquée concurremment avec le produit qui nous occupe; les produits de cette usine, où figurent 300 ouvriers, sont en partie consommés sur place, en partie exportés en Perse et en Boukharie.

« *Italie.* — La fabrication de la faïence fine y est limitée, et l'on cite seulement comme adonnées à cette industrie, la fabrique de M. Palme, à Pise, et la manufacture importante de M. Richard, à Milan. Dans cette dernière usine, 300 ouvriers font à la fois de la faïence fine et de la porcelaine; le nombre des pièces de faïence fine s'y élève annuellement à 1,500,000. Mais cette fabrication est loin de suffire aux besoins de l'Italie, car l'importation des poteries autres que la porcelaine, s'élève dans ce pays à 2 millions de francs.

« *Espagne.* — Trois fabriques de faïence fine sont établies en Espagne : celle de M. Pickmann et Cie, près de Séville, la Monclea, près de Madrid, et l'Alcora, près de Castillon; nous n'avons pu nous procurer aucun renseignement sur le chiffre de production de ces usines; celle de Séville est très-importante, on estime à près de 1,000 le nombre des ouvriers qu'elle emploie à la fabrication de la faïence fine.

« *Portugal.* — Une manufacture de faïence fine a été fondée en ce pays, il y a quinze ans environ, aux portes de Lisbonne, à Sacavem; mais cette manufacture ne semble pas avoir pris un grand développement, car le chiffre d'importation des faïences anglaises en Portugal s'élève encore chaque année à un chiffre important (1). »

CHAPITRE XXXIV

LES GRÈS-CÉRAMES OU POTERIES DE GRÈS : LEUR FABRICATION.

La cinquième classe de poteries établie par Brongniart, sous le titre de *grès-cérames*, est caractérisée par l'auteur comme il suit :

« Poterie à pâte dense, très-dure, sonore, « opaque, à grain plus ou moins fin, de « couleur variée. Elle est sans vernis ou « enduite d'un vernis de sel marin ou « d'oxyde de plomb; quelquefois la cou- « verte est simplement terreuse. »

Les grès-cérames sont de l'invention particulière de Wedgwood. C'est dans ses usines que l'on fit, pour la première fois, usage du sel marin pour vernisser les pièces. Le vernis qui caractérise ces poteries, s'obtient, comme nous l'avons dit dans la partie historique de ce travail, avec la plus grande économie, en jetant tout simplement du sel marin dans le foyer. Le chlorure de sodium, étant volatil, se répand dans le four; il vient se condenser sur les poteries de grès, et là, décomposé par la silice du grès, il donne naissance à du silicate de soude, véritable verre transparent, qui fond et enveloppe la poterie d'un enduit incolore et brillant.

La pâte des grès-cérames est essentiellement composée d'argile plastique dégraissée par du sable, du silex ou des fragments de poterie cuite (que l'on nomme ciment). La couverte, fournie par le sel marin, consiste en silicate de soude. Quelquefois la couverte est un émail plombifère; d'autres fois elle est produite par du laitier de forge, de la pierre ponce, des scories volcaniques ou du feldspath. Mais ce mode de vernissage est exceptionnel. Le sel marin est l'agent presque constant du vernissage des grès-cérames.

Le *façonnage* des grès-cérames est tantôt grossier, et se bornant à l'ébauchage au tour, tantôt délicat, soigné, se composant de l'ébauchage, du tournassage et des garnissages les plus riches.

La *cuisson* est presque toujours simple, et demande une très-haute température (de 100 à 120 degrés du pyromètre de Wedgwood). La cuisson est simple lorsque le vernis est obtenu au moyen du sel

(1) *Rapports sur l'exposition de* 1867, in-8°, t. V, p. 125-310

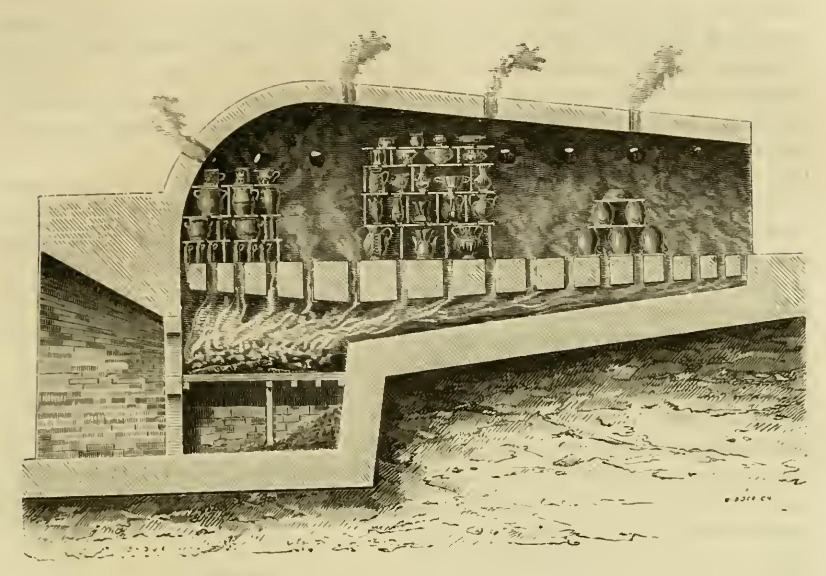


Fig. 264. — Four à bois pour la cuisson des grès-cérames communs.

marin ; elle est double lorsque le vernis est plombifère.

Les *fours* pour les grès communs sont des demi-cylindres horizontaux, à axe de tirage oblique et à foyer inférieur. Pour les grès fins, les fours sont des cylindres verticaux pourvus d'*alandiers* verticaux, c'est-à-dire les mêmes que pour les faïences fines.

La figure 264 représente la forme la plus habituelle du four qui sert à la cuisson des grès-cérames communs. Sa coupe représente un demi-cylindre horizontal. Il est chauffé au bois.

Les fours sont chauffés au bois ou à la houille, selon les pays.

Les pièces ne se cuisent pas dans des cazettes. Presque toujours on les place, pour les cuire, sur de simples tablettes de terre cuite. Ce n'est que pour les pièces très-fines que l'on *encaste* les grès-cérames.

Les poteries dont nous parlons, sont solides, dures, et imperméables sans le secours d'aucun vernis. On peut fabriquer des pièces d'une très-grande dimension, et la pâte peut recevoir des colorations très-variées, ainsi que des ornements en relief. Mais ces poteries ont l'inconvénient d'être fragiles, de se briser par le choc et par les changements brusques de température. Elles ne vont pas au feu.

Il faut distinguer les *grès-cérames communs* des *grès-cérames fins*.

En France on fabrique les *grès-cérames communs* dans beaucoup d'usines. Nous signalerons les fabriques de Savignies, près de Beauvais (département de l'Oise), celles de Bretagne, de Saint-Amand (département de la Nièvre), de Martin-Camp, près de Neufchâtel en Bray (département de la Seine-Inférieure) ; de Sars-Poteries (département du Nord) ; du Montet, près de Charolles (département de Saône-et-Loire).

Les *grès-cérames communs* se fabriquent, à l'étranger, dans beaucoup de localités. Nous

nous contenterons de signaler ceux que l'on produit en Allemagne, dans les environs de Cologne et de Coblentz, à Frechen, Niederfels, Wallenas, etc. Toutes ces usines allemandes emploient des argiles plastiques tirées des environs de leur localité.

La fabrication des grès en Allemagne remonte jusqu'au XVIe siècle. Elle a produit, ainsi que nous l'avons dit dans la partie historique de cette Notice, des pièces remarquables par la finesse de la pâte, la richesse et la netteté de leurs ornements, et même des figures en bas-relief qui les recouvrent. Ces anciens grès-cérames, qui sont brun marron ou gris foncé, sont recouverts d'un vernis mince et alcalin, provenant peut-être du sel marin, autant qu'on peut le soupçonner, par la tradition des procédés employés à cette époque et l'aspect de ce vernis. Ils sont ornés, comme les poteries actuelles de Cologne, de parties émaillées recouvertes d'un vernis bleu.

On fabrique peu de grès communs en Angleterre. Ceux qui proviennent des usines de Lambay et de Wauxhall (faubourgs de Londres), présentent cette particularité, que leur cuisson, commencée et conduite presque jusqu'à sa fin avec la houille, se termine avec du bois, pour que la cendre alcaline volatilisée donne à ces grès l'enduit vitreux qui leur est propre, ce que ne pourrait faire la cuisson à la houille.

Les grès d'Elsenborg, en Scanie (Norwége), qui sont d'une grande dureté et d'une pâte assez fine pour recevoir des empreintes d'ornement, sont recouverts d'un vernis mince, produit par le sel marin volatilisé. L'argile plastique employée est celle qui recouvre les gîtes de lignite exploités dans la même province.

La fabrication des *grès-cérames fins* ne diffère pas de celle de la faïence fine, à laquelle ils ressemblent par la composition. Ils se cuisent dans le même four. Nous ne reviendrons pas dès lors sur cette description. Nous donnerons seulement la composition de la pâte et des vernis des *grès-cérames fins*.

Voici la composition de ces pâtes, selon que l'on veut obtenir une poterie blanche, une poterie destinée à recevoir différentes colorations ou une poterie noire :

1° *Pâte de grès-cérames blancs :*

Argile plastique de Dreux..	0,25
Kaolin argileux de Saint-Yrieix..................	0,25
Feldspath de Saint-Yrieix..	0,50
	1,00

2° *Pâte de grès-cérames destinée à recevoir diverses colorations* (d'après Saint-Amand):

Kaolin..........	0,14
Argile plastique..........	0,14
Silex.....................	0,15
Pegmatite altérée...... ..	0,27
Sulfate de chaux..........	0,[illegible]1
Sulfate de baryte..........	0,09
	1,00

3° *Pâte de grès-cérames noirs* (d'après Aikin) :

Kaolin....................	0,02
Argile plastique...........	0,48
Ocre calcinée.............	0,43
Manganèse...............	0,07
	1,00

Les pièces obtenues avec cette sorte de poterie, étant modelées et façonnées, se cuisent dans un four cylindrique vertical muni d'*alandiers*, semblable à celui où l'on cuit la faïence fine, et que nous avons représenté page 358, figure 258. Ce four est chauffé à la houille. Les pièces sont toujours enfermées dans des *cazettes*.

Le vernis des grès-cérames fins se compose habituellement du mélange des substances suivantes, dont on enduit, non la

poterie elle-même, mais l'*intérieur* des *cazettes* :

Sel marin..................	67
Carbonate de potasse.......	28
Minium.....................	5
	100

Pendant la cuisson, ces substances se volatilisent, se condensent sur les pièces, et par la réaction entre le sel marin et la silice du grès, forment un silicate qui vitrifie la surface des pièces.

Le vernis des *grès-cérames fins* a quelquefois une composition toute différente. C'est un enduit feldspathique et plombeux, analogue à celui des faïences fines. On le dépose sur le biscuit de grès par immersion ou par arrosement. On détermine l'adhérence de ce vernis en portant les pièces dans un deuxième four modérément chauffé.

Voici, d'après Saint-Amand, la recette d'un de ces vernis feldspathiques et plombeux :

Feldspath..................	35
Sable quartzeux............	25
Minium.....................	20
Borax fondu................	15
Carbonate de potasse.......	5
	100

Les grès reçoivent, à l'intérieur seulement, une glaçure ainsi composée :

Minium.....................	84
Silex......................	14
Oxyde de manganèse.........	2
	100

Les grès recouverts de ces vernis peuvent être décorés de riches ornements en couleur et recevoir des lustres métalliques.

En France, à Voisinlieu, près de Beauvais, on fabrique des grès-cérames peints d'une rare beauté. Le peintre Ziegler a fondé et dirigé cette belle usine.

Les grès qui sortent de l'usine de Sarreguemines ressemblent aux plus beaux grès-cérames du Japon et de la Saxe. Ils imitent, par la finesse de leur pâte, leur dureté et leur couleur, les pierres d'ornement les plus dures ; ils sont susceptibles de prendre le poli brillant des jaspes et des porphyres, et de donner des pièces de grande dimension ressemblant à du porphyre ou à du jaspe taillés.

On fait, dans la même usine, des grès fins blancs, gris de lin, noirs, bronzes, bleus, ornés de reliefs blancs, qui ne sont inférieurs, sous aucun rapport, aux grès-cérames fins d'Angleterre.

Les poteries de grès-cérames fins qu'on fait à Saint-Uze, dans le département de la Drôme, sont consacrées aux usages domestiques. Celles que l'on fabrique au Moutet (département de Saône-et-Loire), et dont la pâte est blanchâtre, avec une couverte terreuse blanchâtre, forment une sorte de transition entre les grès-cérames communs et les grès fins.

Les grès-cérames fins des usines de l'Angleterre sont extrêmement remarquables par la variété de leurs couleurs, la finesse de leur pâte et la richesse de leurs ornements.

Les grès-cérames fins ont été fabriqués, de temps immémorial, en Chine et au Japon, en même temps que la porcelaine. Ces grès-cérames, qui sont tantôt bruns, tantôt jaunâtres ou rougeâtres, sont enjolivés d'ornements et de figures en relief. Ils sont habituellement sans vernis, mais seulement ornés d'émaux appliqués et de différentes couleurs.

Les grès-cérames fins de la Chine et du Japon ont souvent une grande dimension. Le musée de la manufacture de Sèvres possède une jarre de grès du Japon qui a 76 centimètres de hauteur sur 75 de diamètre.

Les poteries que l'alchimiste Böttcher fabriquait en Saxe, en 1702, quand il préludait à sa découverte de la porcelaine européenne, n'étaient autre chose que des grès-

cérames. Seulement on ne savait pas les recouvrir d'un vernis, car le brillant qu'on y remarque est dû uniquement au polissage de la pâte nue de la poterie.

CHAPITRE XXXV

FABRICATION DE LA PORCELAINE DURE, OU CHINOISE.

M. Brongniart, dans la classification que nous n'avons pas cessé de suivre, fait de la porcelaine deux classes. La *porcelaine dure*, ou *chinoise*, forme la sixième classe des poteries, la *porcelaine tendre* ou *française* constitue la septième classe.

Il y a une différence radicale dans la nature de ces deux produits, dont le dernier porte, à tort selon nous, le nom de porcelaine. La *porcelaine dure* est le résultat de la cuisson de l'argile dite *kaolin*, la *porcelaine tendre* n'est qu'une espèce de verre, qui ne renferme pas de *kaolin*, et qui contient de la soude.

L'étude chimique que nous allons faire de ces deux matières céramiques fera ressortir suffisamment les différences profondes qui séparent la porcelaine dure de la porcelaine tendre, réunies pourtant dans le langage sous le même nom générique. Nous allons étudier d'abord avec les détails nécessaires, la *porcelaine dure* ou *chinoise.*

La pâte de la *porcelaine dure* ou *chinoise* est un mélange d'une argile pure et blanche, connue sous le nom de *kaolin* et de feldspath, mêlé d'un peu de quartz. Par l'action de la chaleur excessivement intense que l'on développe dans les fours à porcelaine, on obtient une demi-fusion de cette pâte, et de cette demi-fusion résulte la transparence, c'est-à-dire le caractère fondamental et spécial de la porcelaine.

Le vernis qu'on applique sur cette pâte, est transparent et vitreux. Ce vernis, c'est le feldspath qui fond par la chaleur et qui, par le refroidissement, forme à la surface de la pièce un verre brillant et translucide.

Exposons la manière de préparer la pâte de la porcelaine, de façonner les pièces, de les cuire et de les vernir. Nous décrirons ensuite la manière de décorer et d'orner ces belles poteries.

Le *kaolin*, ou l'argile qui sert à fabriquer la porcelaine, n'est autre chose que le produit de la décomposition naturelle, spontanée, pour ainsi dire, du feldspath.

Qu'est-ce que le feldspath? C'est un silicate double d'alumine et de potasse. Par l'action du temps, et au sein même de la terre, le feldspath subit une décomposition profonde. Le silicate de potasse qu'il renferme, disparaît; la potasse s'écoule, dissoute à l'état de carbonate, dans l'eau qui baigne le sol, et la silice demeure libre.

Le mélange de silice et de silicate d'alumine non décomposé qui forme le résidu de cette décomposition naturelle, constitue une argile, c'est-à-dire un mélange de silice libre et de silicate d'alumine. Cette argile pure et très-blanche, c'est le *kaolin.*

Le tableau suivant de la composition comparée du feldspath et du kaolin, montre le changement que subit le feldspath dans sa composition chimique en devenant du kaolin :

	FELDSPATH.	KAOLIN.
Silice............	64,8	39,5
Alumine............	18,3	44,8
Potasse............	16,9	0,0
Eau............	0,0	15,7
	100,0	100,0

Ainsi le feldspath se transforme en kaolin en perdant une partie de sa silice, toute sa potasse et en fixant une notable quantité d'eau.

Il est probable que cette décomposition

a pour cause l'acide carbonique de l'air, qui s'empare de la potasse, pour la faire passer à l'état de carbonate de potasse, sel soluble. C'était l'opinion d'Ebelmen. M. Daubrée a reconnu que cette même transformation s'opère si l'on produit sur le feldspath un frottement répété, ou des chocs en opérant au sein de l'eau.

Quelle que soit la cause de cette transformation profonde, le kaolin est la terre blanche, argileuse, qui provient de la décomposition du feldspath. On comprend dès lors que le kaolin et le feldspath s'accompagnent toujours, qu'ils existent ensemble aux mêmes places dans les gisements naturels, puisque l'un provient de la décomposition de l'autre.

L'argile blanche, et d'une pureté extrême, qui constitue le kaolin, peut servir de base à une poterie homogène et incolore. Entrant dans une demi-fusion, par une température très-élevée, elle peut donner une pâte demi-fusible, et communiquer la qualité de la transparence à la poterie obtenue. Ajoutons que le feldspath n'étant autre chose, au point de vue chimique, qu'un verre potassique et alumineux fusible à une température modérée, et formant après son refroidissement un véritable verre transparent, est le meilleur vernis ou couverte que l'on puisse désirer pour une poterie blanche.

Ces considérations font comprendre que le kaolin et le feldspath soient deux substances prédestinées, pour ainsi dire, par la nature, à fournir d'admirables poteries. Elles font également comprendre que l'existence de gisements de feldspath et de kaolin dans une localité, soit pour cette localité la cause d'une prospérité immense. Comme nous l'avons raconté dans la partie historique de ce travail, c'est la découverte d'un gisement de kaolin en Saxe, dans les environs d'Auë, qui détermina la création des fabriques de porcelaine en Saxe. Ce fut également la découverte de gisements de kaolin et de feldspath à Saint-Yrieix, près de Limoges, qui amena la création de fabriques de porcelaine dans cette partie de la France. Ce fut probablement aussi la



Fig. 265. — Lavage du kaolin, pour en séparer par décantation les grains de feldspath.

découverte de gisements de kaolin et de feldspath en différentes parties de la Chine, qui fit naître, dans les temps les plus reculés, la fabrication de la porcelaine en Chine.

Le kaolin n'est pas seulement exploité pour la fabrication de la porcelaine dans les localités où on le trouve. Il est expédié, de son lieu de gisement aux différentes usines françaises ou étrangères, pour y être transformé en porcelaine. C'est dans ce but que le kaolin de Saint-Yrieix et celui des Pyrénées sont envoyés dans diverses localités de la France.

Suivons maintenant les différentes opérations par lesquelles le kaolin et le feldspath arrivent à former la porcelaine et sa couverte.

Le kaolin venant de Saint-Yrieix est celui que l'on emploie dans presque toutes nos fabriques de porcelaine de la France. Ce kaolin est toujours mélangé de fragments de feldspath non altéré. Pour séparer ces fragments de feldspath de la masse du kaolin, on délaye dans de l'eau cette masse argileuse et, au bout de quelques instants, on décante la liqueur trouble (fig. 265). Les grains de feldspath ou de quartz tombent au fond de la cuve, et la liqueur trouble ne retient que le kaolin. On répète plusieurs fois cette *lévigation*, et l'on obtient du kaolin pur, en suspension dans l'eau. Au bout de quelques heures de repos, les eaux troubles laissent déposer le kaolin tout à fait exempt de feldspath.

La pâte de porcelaine est un mélange de kaolin pur et d'une substance dégraissante, destinée à provoquer une espèce de demi-fusion de la pâte argileuse. C'est le feldspath et quelquefois le quartz qui sert à dégraisser le kaolin.

La composition de la pâte employée par les fabricants de Paris, est généralement la suivante :

Kaolin	80
Feldspath	20
	100

La composition de la pâte de porcelaine de Sèvres (porcelaine dure) est la suivante :

Kaolin lavé	64
Sable d'Aumont	20
Sable feldspathique	10
Craie de Bougival	6
	100

C'est la pâte destinée à la fabrication des services de table. Celle qui doit servir aux objets de sculpture ou d'ornement, a la composition suivante :

Kaolin	62
Sable d'Aumont	17
Feldspath quartzeux	17
Craie de Bougival	4
	100

Toutes ces substances étant mêlées par l'intermédiaire de l'eau, sont broyées par des meules d'acier, dans des auges circulaires de granit.

Quand les matières terreuses qui composeront la pâte de porcelaine ont été bien broyées dans les meules de granit, on les porte dans le *tonneau malaxateur*.



Fig. 266. — Tonneau malaxateur pour le mélange des terres à la manufacture de Sèvres.

La figure 266 représente le *tonneau malaxateur*, employé à la manufacture de Sèvres. C'est dans ce baquet, parcouru par un agitateur, mû lui-même par un arbre de couche, que le kaolin et les substances dégraissantes, c'est-à-dire le quartz, ou le feldspath, sont intimement mélangés.

La pâte est ensuite *marchée*. On connait le sens de ce mot, que nous avons plus d'une fois employé dans les descriptions qui précèdent.

Quand elle est bien mélangée par le *marchage*, c'est-à-dire par le pétrissage des pieds, on abandonne pendant sept à huit mois

la pâte elle-même, on la fait *pourrir*, selon l'expression consacrée (1).

Au bout de ce temps on reprend la pâte, on la malaxe avec la main, on la comprime, on l'exprime et on la met sous la forme de boules ou de *ballons*, qu'on projette avec force contre les parois d'un mur.

Ce travail de pétrissage intime que l'on fait subir à la pâte pourrie, a pour but, d'une part, de mélanger tous ses éléments hétérogènes, et d'autre part, de faire dégager les bulles de gaz qui se sont développées au sein de sa masse pendant sa *pourriture*.

Après cela il reste à mélanger la pâte d'une quantité convenable d'eau. C'est ce que l'on fait dans le *gâchoir*. La figure 267 représente le *gâchoir* de la manufacture de Sèvres. La pâte est enfermée dans des cylindres de fer, avec une quantité d'eau convenable, et au moyen d'agitateurs que meuvent des roues à déclic commandées par un arbre de couche, on mélange intimement l'eau et la pâte, de manière à en faire une sorte de bouillie parfaitement homogène : c'est ce qu'on nomme la *barbotine*.

Quand la pâte est devenue, par ces longues opérations, liante, ductile et éminemment facile à modeler, enfin quand on a préparé dans le gâchoir la bouillie liquide qui constitue la *barbotine*, on s'occupe de façonner les pièces.

Le façonnage des pièces s'exécute par trois procédés, qui ne sont point exclusifs l'un de l'autre, et qui, au contraire, sont souvent employés tous les trois pour le façonnage complet d'une même pièce. Ces trois procédés sont :

1° Le travail au tour,

2° Le moulage,

3° Le coulage.

Nous avons parlé, à propos des poteries communes, du tour à potier, qui joue un si grand rôle dans toutes les branches de la fabrication céramique. Nous savons déjà qu'il consiste en un disque de bois traversé par un axe vertical et aboutissant à un disque supérieur plus petit. Le grand disque de bois est mis en mouvement par le pied de l'ouvrier, le petit disque supérieur reçoit la pâte qu'il s'agit de modeler. Nous avons déjà dit ce qu'on appelle *ébauchage* et *tournassage*. On sait que, dans la première de ces opérations, l'ouvrier donne, à la pièce placée sur le tour la forme approximative qu'elle doit avoir; qu'ensuite il la laisse sécher à l'air, et que lorsqu'elle est sèche, un autre ouvrier la prend et la travaille sur le tour avec des outils d'acier, c'est-dire la *tournasse*, comme ferait un tourneur pour une pièce de bois ou pour un objet de métal.



Fig 267. — Gâchoir de la manufacture de Sèvres.

Les assiettes, les plats, et toutes les pièces

(1) On a observé, à la manufacture de Sèvres, que l'on peut activer extraordinairement le *vieillissement* de la pâte et réduire le temps de la *pourriture*, en ajoutant à cette pâte les débris, les rognures qui proviennent du travail du tournassage, et qui sont de la pâte de porcelaine pure. Cette matière semble agir comme une espèce de ferment pour accélérer la *pourriture* et hâter le *vieillissement*.

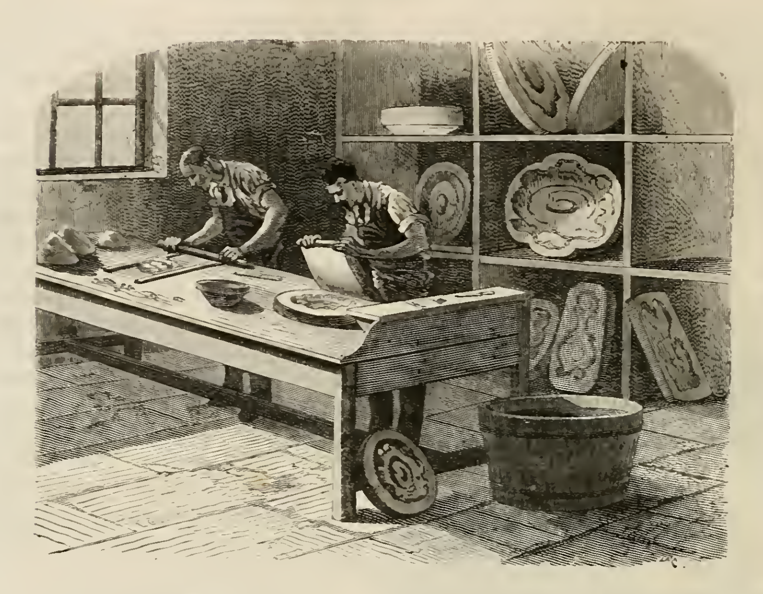


Fig. 268.— Façonnage d'une cuvette de porcelaine par le moulage à la croûte. (Dessin pris à la manufacture de Sèvres.)

plates et circulaires, se façonnent sur le tour, au moyen d'un calibre nommé *gabarit*. Nous avons représenté, à l'article Faïence (fig. 262, p. 365), le *gabarit* qui sert à modeler uniformément les assiettes et les plats. Nous n'avons rien à ajouter à cette description, le *gabarit* servant également dans les faïenceries et dans les fabriques de porcelaine.

Beaucoup de pièces, et nécessairement celles qui ne présentent pas la forme circulaire, s'obtiennent par le *moulage*. Cette opération consiste à appliquer la pâte céramique dans un moule creux dont elle doit conserver la forme.

Le moule pour les objets en porcelaine est toujours en plâtre. Absorbant rapidement une partie de l'eau que contient la pâte de porcelaine, le moule dessèche rapidement cette pâte. Quelques instants suffisent pour que la *barbotine*, c'est-à-dire le mélange d'eau et de pâte, s'épaississe dans le moule, et que l'on puisse en détacher l'objet moulé. Le retrait qu'éprouve la pâte en se desséchant, fait que l'on n'a aucune peine à retirer la pièce du moule.

Le moule lui-même est composé de plusieurs parties qui sont réunies de manière à former une espèce de boite en plâtre, qu'on nomme *chappe*.

Les anses de tasses se moulent par moitié. Chaque moitié est moulée dans deux *coquilles* égales. Les deux moitiés réunies composent l'anse entière. On les réunit pendant que la pâte est encore assez molle pour se coller facilement. Pour terminer, on enlève par le grattage la ligne de jonction.

Pour donner une idée exacte du *moulage à la croûte* qui sert à façonner les pièces de porcelaine, nous donnons (*fig.* 268), la manière de faire une cuvette par ce procédé. On voit un ouvrier étendant, avec le rouleau,

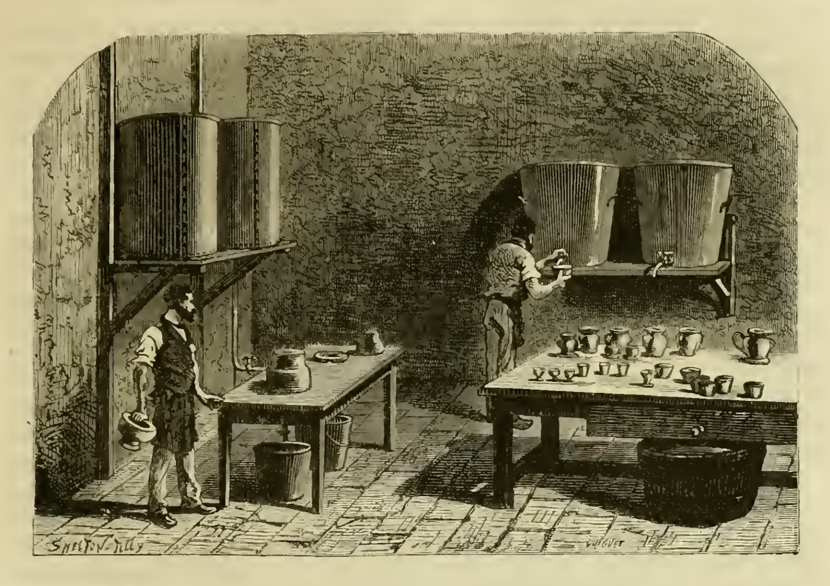


Fig. 269. — Moulage d'une pièce au moyen de la *barbotine* coulée dans un moule de plâtre. (Dessin pris à la manufacture de Sèvres.)

une surface de pâte de porcelaine, à peu près comme un pâtissier étale avec son rouleau la pâte d'une tourte. Ensuite un autre ouvrier applique cette pâte à l'intérieur du moule en plâtre, dont elle doit prendre la forme. Avec les doigts ou avec une éponge, il presse la pâte contre le moule, pour hâter son adhérence. Au bout de quelques instants de contact, on démoule, c'est-à-dire on retire avec précaution la pâte moulée et devenue consistante.

Un second procédé très-employé dans les manufactures de porcelaine, pour modeler les pièces, grandes ou petites, c'est le *coulage*.

Si l'on coule dans un moule poreux en plâtre, une certaine quantité de bouillie liquide de pâte à porcelaine (*barbotine*), le moule absorbe l'eau très-rapidement, et la pâte qui reste, forme une couche solide à la surface intérieure du moule. Si on rejette l'excès de bouillie liquide, il reste, adhérente aux parois du moule, une mince couche de pâte solide, qui représente très-exactement le moule. En introduisant une nouvelle quantité de *barbotine* dans le moule, on donne aux parois de l'objet moulé une épaisseur plus considérable, et on arrive à lui communiquer la résistance que l'on désire. Quand la pâte a séjourné quelques minutes seulement dans le moule de plâtre, on peut détacher la pièce moulée. On la laisse sécher quelques jours à l'air et elle est prête à être portée au four.

C'est avec ce procédé que l'on obtient, à la manufacture de Sèvres, des tasses, des soucoupes, des tubes, des cornues, des vases de grande dimension, qu'il serait impossible d'obtenir, soit par les procédés du tour, soit par le moulage.

La figure 269 représente un ouvrier coulant la *barbotine* dans un moule, pour obte-

nir une pièce. La barbotine est contenue dans un récipient supérieur, d'où elle descend, quand on ouvre un robinet qui lui donne accès dans le moule de plâtre. A gauche on voit représentés à part des moules, avec le conduit qui doit amener dans leur intérieur la barbotine contenue dans le réservoir.

Ce procédé de fabrication des pièces de porcelaine, c'est-à-dire le coulage de la pâte liquide dans des moules de plâtre, a été inventé en 1790, à Paris. En 1814 la manufacture de Sèvres l'appliqua à la fabrication des grandes plaques de porcelaine, des tubes et des cornues, et elle y apporta de notables perfectionnements. On fit, vers 1831, des plaques de plus de 1 mètre 25 de hauteur sur 1 mètre de largeur.

A partir de 1850, on s'est servi, à la manufacture de Sèvres, de ce procédé du coulage pour modeler des tasses et d'autres pièces minces de cabarets, qu'il n'eût pas été possible de fabriquer par les moyens ordinaires de l'ébauchage et du tournassage. C'est ainsi que l'on façonnait les tasses dites *coquilles d'œuf*, qui sont si recherchées. En laissant séjourner très-peu de temps la *barbotine* dans le moule, on obtient des tasses aussi minces qu'on le désire. Elles sont même si légères qu'on est obligé d'y adapter des anses creuses; une anse pleine ferait basculer, par son poids, cette tasse, qui pèse quelques grammes à peine.

Les anses creuses se font par ce même *coulage de la barbotine*, en versant la barbotine dans un petit canal creusé dans un bloc de plâtre.

Ce même procédé du *coulage*, qui permet d'obtenir des pièces d'une minceur extraordinaire, permet également aujourd'hui de fabriquer, à la manufacture de Sèvres, les plus énormes pièces, quelle que soit leur forme même celles qu'on ne croyait pouvoir obtenir que par le tournassage ou par le moulage seulement. Pour arriver à ce résultat, il a fallu apporter au procédé ordinaire du *coulage* un perfectionnement capital.

Comme on ne trouve décrits dans aucun ouvrage les appareils pour le moulage de la porcelaine au moyen de l'air comprimé ou raréfié, nous représenterons ces deux opérations par des dessins pris à la manufacture de Sèvres. Ce nouveau procédé constitue le progrès le plus sérieux que la manufacture de Sèvres ait apporté, de nos jours, à la fabrication de la porcelaine.

Quand on veut obtenir, au moyen du coulage de la barbotine, de grandes pièces, on est exposé à un accident grave. Après l'absorption d'une partie de l'eau par le moule de plâtre, la pâte est sujette à se détacher du moule et à se trouver ainsi abandonnée à elle-même. Il arrive trop souvent que la partie supérieure, qui forme une voûte peu consistante, s'affaisse et tombe, de sorte que l'opération est manquée.

L'emploi de l'air comprimé permet de remédier à cet inconvénient. Voici le procédé imaginé, il y a trente ans, à la manufacture de Sèvres, et qui fut depuis employé avec un certain succès.

Dès que l'on avait fait écouler la *barbotine* du moule, on comprimait de l'air dans ce moule, au moyen d'une machine à compression. L'excès de la pression atmosphérique intérieure sur la pression extérieure maintenait, pendant quelque temps, la pâte contre le moule absorbant, par une pression parfaitement égale sur toute sa surface, et lui permettait ainsi d'acquérir la consistance nécessaire pour que la pièce pût se supporter seule par sa propre consistance.

Nous représentons ici (fig. 270), ce procédé en action, c'est-à-dire la compression de l'air à l'intérieur d'un moule par le jeu d'une pompe atmosphérique foulante.

La légende qui accompagne cette figure explique le rôle de chaque pièce et fait

comprendre toute l'opération. Contenue dans le réservoir R, la *barbotine*, c'est-à-dire la pâte liquide d'eau et de terre à porcelaine, descend par le tube S, à l'intérieur du moule A. Quand le moule est plein, on arrête l'écoulement de la barbotine.

Ce moule est en plâtre, par conséquent très-poreux. Il absorbe donc rapidement l'eau de la pâte qui est venue le remplir.

La pâte de porcelaine forme une couche mince appliquée contre les parois du moule et reproduisant très-exactement sa forme. Mais, en raison de ses grandes dimensions, de son poids, de sa faible consistance et de son peu d'épaisseur, la couche de pâte pourrait se détacher et tomber. L'air comprimé a pour mission d'empêcher cet accident. Arrivant par le tube C, qui est lui-même en communication avec la machine à compression atmosphérique, P, l'air comprimé s'introduit à l'intérieur du moule A, et pressant la couche de pâte encore mince et peu solide contre les parois du moule, il la maintient et prévient sa chute.

Cette méthode permit d'obtenir de très-grandes pièces de porcelaine. Elle présentait cependant des inconvénients sérieux. Le moule était fermé à sa partie supérieure, pour que l'on pût y comprimer l'air. L'ouvrier travaillait donc en aveugle ; il ne pouvait pas voir la pâte à l'intérieur du moule, et reconnaître à son aspect si elle avait acquis la consistance suffisante. La compression de l'air à l'intérieur présentait d'ailleurs quelques dangers avec les moules à grande section intérieure ; il était difficile de maintenir solidement les moules en plâtre, et des explosions survenaient quelquefois.

M. Victor Regnault, pendant qu'il était directeur de la manufacture de Sèvres, perfectionna ce système en remplaçant la compression de l'air par sa raréfaction, c'est-à-dire en opérant le vide partiel, non à l'*intérieur*, mais à l'*extérieur* du moule. Au lieu d'une machine à comprimer l'air, on fait usage d'une machine pneumatique, qui extrait l'air contenu dans la capacité fermée où le moule est logé. On arrive ainsi au même résultat, avec plus d'avantage. Pendant qu'elle est molle, la pâte est toujours comprimée contre le moule par un excès de pression intérieure, puisque le vide existe à l'extérieur du moule. L'opération est d'une exécution plus facile, car il suffit de recouvrir le moule d'une cloche en tôle, que l'excès de la pression atmosphérique applique toujours hermétiquement sur la face supérieure du moule. On n'a pas à redouter d'explosion. Enfin, l'ouvrier peut suivre continuellement le raffermissement de la pâte, puisqu'il voit librement à l'intérieur du moule.

La figure 271, dessinée, comme la précédente, à la manufacture de Sèvres, montre l'installation de l'appareil de M. Regnault pour l'application du vide au coulage des grandes pièces de porcelaine.

La légende détaillée qui accompagne cette figure permet de suivre l'ensemble de l'opération.

La barbotine arrive du réservoir supérieur C dans le moule A, au moyen du tube D, fixé contre le poteau de support du réservoir. Quand le moule est plein, on suspend l'écoulement de la barbotine en fermant le robinet E, et au bout d'une demi-heure, on écoule l'excédant de barbotine par le tube FG.

Faisant alors agir la machine pneumatique, on fait le vide dans l'espace contenu entre les parois extérieures du moule et celles de la cloche B. Dès lors la pression de l'air extérieur, agit librement à l'intérieur du moule A, car ce moule est ouvert et l'ouvrier peut, en se penchant un peu, suivre parfaitement de l'œil l'état de la pâte qui se durcit de plus en plus. Le manomètre K indique à chaque instant, si le vide se maintient bien, et si le lut *bb* empêche toujours la rentrée de l'air, le seul accident à craindre.



Fig. 270. — Appareil employé à la manufacture de Sèvres pour façonner les grandes pièces par le procédé du coulage avec le secours de l'air comprimé agissant à l'intérieur du moule.

A. Moule disposé sur un bâti de bois, dont le centre est percé pour laisser arriver la barbotine dans le moule.
B. Plateau en fer obturant hermétiquement la partie supérieure du moule, et recevant le tube qui communique avec la pompe de compression. Il est fixé et luté sur le moule par de la terre, et par la pression des vis supérieures V, V.
C. Tube de la pompe pour la compression de l'air à l'intérieur du moule.
D. Robinet pour l'introduction de la barbotine.
E. Forte traverse glissant sur les deux tringles verticales T, T. Elle porte les quatre vis V, V, et peut se fixer à la hauteur convenable suivant la dimension du moule.
M. Manomètre indiquant la pression dans l'intérieur du moule.
P. Pompe pour la compression de l'air.
R. Réservoir contenant la barbotine.
S. Tube conduisant la barbotine du réservoir au moule.

On répète cette opération deux ou trois fois, selon l'épaisseur que l'on veut donner au vase en construction.

Quand l'opération est terminée, et que le moulage est achevé, les chaînes V, V, tirées par le treuil T, relèvent la cloche qui contient le moule. Il est facile ensuite de retirer hors de la cloche le vase ainsi façonné.

Les grands vases de porcelaine se moulent tous aujourd'hui à Sèvres, par le procédé de l'air raréfié ou celui de l'air comprimé. Le premier a l'avantage de permettre à l'ouvrier de suivre de l'œil l'opération, mais il est plus difficile à mettre en pratique, car il est plus facile de maintenir de l'air comprimé dans un espace que d'y maintenir le vide.

Après cet exposé des procédés de *façonnage* de la porcelaine, nous allons décrire la série d'opérations qui ont pour but la cuisson, le vernissage et la décoration de la porcelaine.

Les pièces façonnées par les différentes méthodes que nous venons de décrire, sont

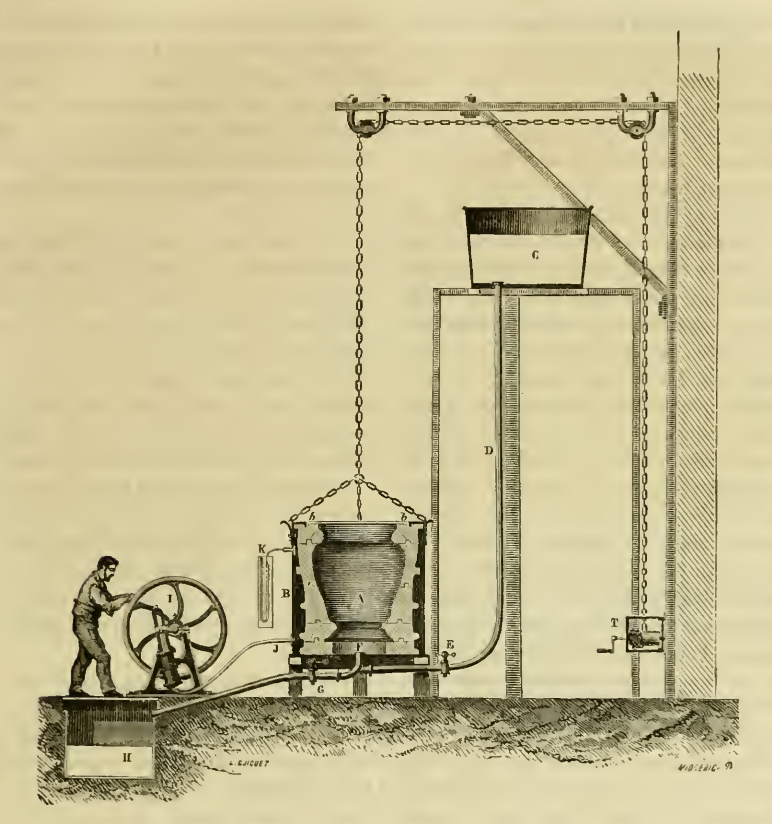


Fig. 271. — Coupe de l'appareil de M. Regnault qui sert, à la manufacture de Sèvres, à faciliter, par l'emploi du vide extérieur, le moulage des grandes pièces au moyen de la *barbotine*.

A. Moule, placé sous une cloche en tôle B, qui est lutée en *bb*, de façon à ne laisser entrer l'air que par l'ouverture du vase.
B. Cloche en tôle munie d'un manomètre K, indiquant l'état du vide dans la cloche.
C. Récipient supérieur, qui contient la pâte à l'état liquide ou la barbotine.
D. Tube vertical par lequel descend la barbotine, pour monter, par suite de la différence de niveau, dans l'intérieur du moule A, et former la croûte mince qui, maintenue par la pression de l'air extérieur, formera la paroi du vase en construction.
E. Robinet donnant accès dans le moule à la barbotine qui s'y introduit par l'orifice F.
G. Autre robinet servant à évacuer la barbotine, dont une partie reste attachée au moule, et le surplus s'écoule dans le réservoir H, pour être plus tard remontée dans le récipient.
I. Machine pneumatique de Bianchi servant à faire le vide dans la cloche B, au moyen du tuyau de communication J.
K. Manomètre.
T. Treuil servant à relever, au moyen de chaînes, la cloche B, lorsque l'opération est terminée.

d'abord soumises à une dessiccation lente, puis à une première cuisson, dans le laboratoire supérieur du four à porcelaine.

Cette première cuisson, que l'on nomme le *dégourdi*, n'a pour but que de donner aux pièces une certaine consistance. En

cet état, elles sont très-poreuses et ne pourraient servir à aucun des usages auxquels on les destine. Il faut les recouvrir d'une couverte, ou *glaçure*, qu'on vitrifiera ensuite par une seconde cuisson, opérée dans le laboratoire inférieur à une température beaucoup plus élevée.

La pose de la couverte se fait le plus souvent par *immersion*. Nous avons déjà expliqué que ce moyen consiste à plonger rapidement les pièces *dégourdies* dans un baquet qui contient en suspension dans l'eau la substance pulvérulente destinée à servir de glaçure. En raison de sa porosité, la pièce absorbe une couche homogène de la couverte pulvérulente tenue en suspension dans l'eau. L'ouvrier se borne à faire traverser rapidement à la pièce la bouillie contenue dans le baquet. La bouillie est absorbée aussitôt par toute la surface de la pièce; l'eau pénètre dans la masse de la porcelaine, et la poudre feldspathique reste à sa surface. On termine en appliquant au pinceau un peu de la même bouillie de *barbotine* sur les parties de la pièce que l'ouvrier tenait entre ses doigts, et qui n'ont pu prendre de vernis.

En parlant des faïences nous avons déjà représenté (fig. 261, page 361) cette manière d'appliquer la couverte sur une poterie. Nous renvoyons donc à cette figure pour l'aspect de l'opération.

La cuisson de la porcelaine se fait dans un four à deux étages et de très-grandes dimensions, pour développer la température très-élevée qui est nécessaire à la cuite de la pâte de la porcelaine et à la fusion de son vernis feldspathique.

Nous représentons (fig. 273, page 389), celui de la manufacture de Sèvres. L'étage ou le laboratoire supérieur sert, comme nous l'avons dit, à *dégourdir* la porcelaine, c'est-à-dire à lui donner une première cuisson, qui la dispose à recevoir la couverte. Le laboratoire inférieur sert à la cuisson définitive de la porcelaine vernissée. Cette cuisson a pour double résultat de *fritter* la terre à porcelaine par cette haute température qui l'amène à un état de demi-fusion et lui communique une véritable transparence, qui est le caractère particulier et l'avantage spécial de la porcelaine.

En même temps que la pièce subit cette forte calcination, le vernis de feldspath qui la recouvre entre en fusion et forme autour d'elle une véritable enveloppe de verre. Les pièces diminuent considérablement de volume par cette cuisson et cette demi-fusion. Aussi a-t-on grand soin, dans les fabriques de porcelaine, de tenir compte d'avance de cette diminution de volume.

On appelle *alandiers* les foyers des fours à porcelaine. Au nombre de quatre ou six, selon que l'on veut accroître l'intensité du calorique, ils sont placés autour du four. Le tirage de tous ces foyers se fait par le four lui-même, qui fonctionne comme une cheminée.

Les portes qui servent à pénétrer dans les laboratoires, ainsi que l'étuve, se ferment tantôt au moyen de briques maçonnées avec de l'argile, tantôt et plus généralement à l'aide de plaques en terre réfractaire lutées par le même moyen, et que l'on maintient par des barres de fer. Ces plaques portent des *ouvreaux*, qui permettent aux ouvriers de surveiller l'opération de l'extérieur.

Il existe à la manufacture de Sèvres trois fours semblables à celui que nous représentons ici. Pendant que l'un se refroidit, on charge et on allume l'autre.

Longtemps on chauffa uniquement au bois les fours à porcelaine. La consommation du bois, qui devait être sec et de bonne qualité, était considérable, et entrait pour une très-forte part dans le prix de revient de la porcelaine. De nos jours, on est parvenu à chauffer sans aucun inconvénient, les fours à la

houille, en modifiant un peu la disposition des foyers. L'adoption de ce combustible permit de réaliser une économie de 75 pour 100 à la manufacture de Sèvres. Ce fut Ebelmen, directeur de cette manufacture, qui, après des essais nombreux, fit définitivement adopter cette importante innovation.

Disons toutefois qu'à la manufacture de Sèvres on réserve encore aujourd'hui un four pour le chauffage au bois. L'application du bleu *couleur de grand feu* ne saurait se faire avec avantage dans un four chauffé à la houille, car cette matière colorante ne peut résister à l'action désoxydante des gaz qui proviennent de la combustion de la houille. La flamme du bois étant au contraire oxydante, la *couleur bleue de grand feu*, couleur essentielle et qui entre dans un grand nombre de fonds, s'applique en toute sécurité avec le bois pour combustible.

Sauf ce cas particulier, les porcelaines sont toujours cuites à la houille, à la manufacture de Sèvres.

Pour cuire la porcelaine et aussi pour la dégourdir, on est obligé d'*encaster*, c'est-à-dire de renfermer chaque pièce dans une *cazette*. Nous avons déjà dit plusieurs fois qu'on appelle de ce nom des vases en argile réfractaire dont la forme varie avec celle des pièces qu'elles doivent abriter.

Les cazettes sont empilées les unes au-dessus des autres, de manière à former dans le four des piles verticales. La figure 273, page 388, donne l'aspect de l'un des laboratoires d'un four à porcelaine après l'enfournement. Trois de ces piles de cazettes sont vues en coupe, afin de montrer la disposition des pièces qu'elles contiennent.

Lorsque l'enfournement est terminé, on mure les portes du four avec des briques réfractaires, composées de la même terre que les parois du four, et on allume le feu. On commence par allumer les *alandiers* de l'étage inférieur, ceux du deuxième étage étant bouchés.

Des *montres*, formées d'une petite plaque de la porcelaine qui compose la fournée, et que l'on retire de temps en temps, servent à suivre le progrès de la cuisson. Quand on juge, d'après l'état de la porcelaine et de son vernis sur ces montres, que la cuisson est suffisante, on chauffe les *alandiers* du laboratoire supérieur, qui contient les pièces à dégourdir, et l'on ferme les ouvertures des alandiers du premier étage, pour y arrêter le feu.

Il faut 60 degrés du pyromètre de Wedgwood pour donner le *dégourdi* à la porcelaine, et 140 degrés environ pour la cuire quand elle est recouverte de son vernis.

Trente-six heures de chauffe sont nécessaires pour cuire la porcelaine dans un four de la grandeur de ceux de Sèvres. Au bout de ce temps, on bouche toutes les ouvertures du four, et on le laisse refroidir. Il faut attendre six à sept jours avant de procéder au défournement.

Un des principaux avantages de la porcelaine, c'est de recevoir avec la plus grande facilité l'application d'ornements et de peintures de couleurs variées. Nous avons donc à traiter ce dernier sujet pour terminer la description de la fabrication de la porcelaine. Ajoutons que la plupart des détails dans lesquels nous allons entrer concernant la peinture sur porcelaine, s'appliquent à la peinture sur faïence.

La peinture sur porcelaine produit des œuvres de la plus grande beauté, et dont les prix surpassent toute imagination. Nous n'avons pas l'intention d'entrer dans des considérations artistiques sur l'art de la peinture sur porcelaine ; nous voulons seulement faire connaître les procédés techniques par lesquels on obtient ces beaux produits.

Les couleurs que l'on applique sur les

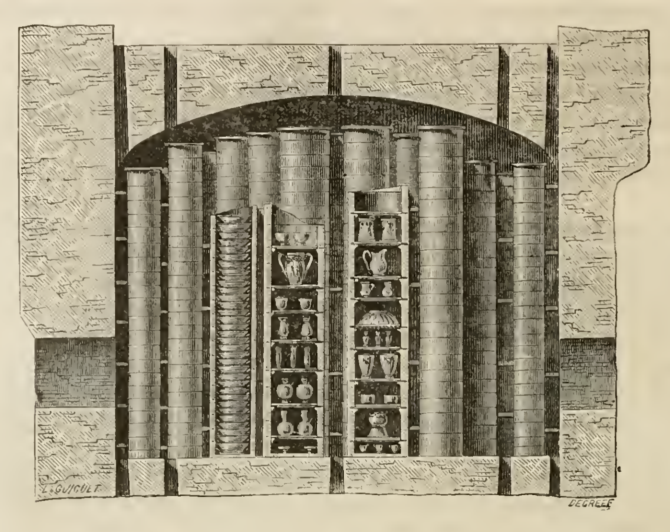


Fig. 272. — Cazettes empilées dans le four : quelques-unes sont supposées ouvertes.

poteries en général (poterie commune, faïence, grès ou porcelaine) sont de véritables verres, c'est-à-dire des silicates transparents; quelquefois ce sont des borates. L'oxyde métallique destiné à produire la couleur, est mélangé à ce verre fusible, et forme avec lui une couleur qui n'est homogène qu'en apparence, puisqu'elle est composée de l'oxyde métallique mélangé avec un *fondant*, qui est la silice.

Pour peindre sur porcelaine, on réduit cette couleur en poudre, on la délaye dans de l'essence de lavande, et au moyen d'un pinceau, on applique cette couleur sur la porcelaine ou la faïence *déjà recouvertes de leur vernis*. La pièce ainsi décorée est exposée à l'action du feu, dans un four particulier. La couleur silicatée entre en fusion, pénètre en partie dans la couverte, et l'on a ainsi une peinture indestructible, puisqu'elle fait partie intégrante de la poterie elle-même.

La pratique a conduit à établir une grande distinction entre les couleurs qui s'appliquent sur la porcelaine. On distingue les *couleurs de grand feu* et les *couleurs de moufle*. Les premières s'obtiennent à la température extrêmement élevée des fours qui servent à la cuisson de la porcelaine, et elles sont peu nombreuses. Les secondes s'obtiennent dans des *moufles*, c'est-à-dire dans de *grandes cazettes* chauffées par de petits foyers à une température qui ne dépasse pas la chaleur rouge, et qui représente à peu près le point de fusion de l'argent.

Les *couleurs de grand feu* sont très-peu nombreuses, par la raison que peu de substances peuvent résister à l'énorme température des fours à porcelaine et à l'oxygène de l'air s'exerçant à cette haute température. Ces couleurs résistantes, ou *couleurs de grand feu*, sont le *bleu*, composé d'oxyde de cobalt, le *vert*, composé d'oxyde de chrome, et le *brun*, qui résulte du mélange de l'oxyde de manganèse et de l'oxyde de fer.

Les *couleurs de grand feu* sont destinées

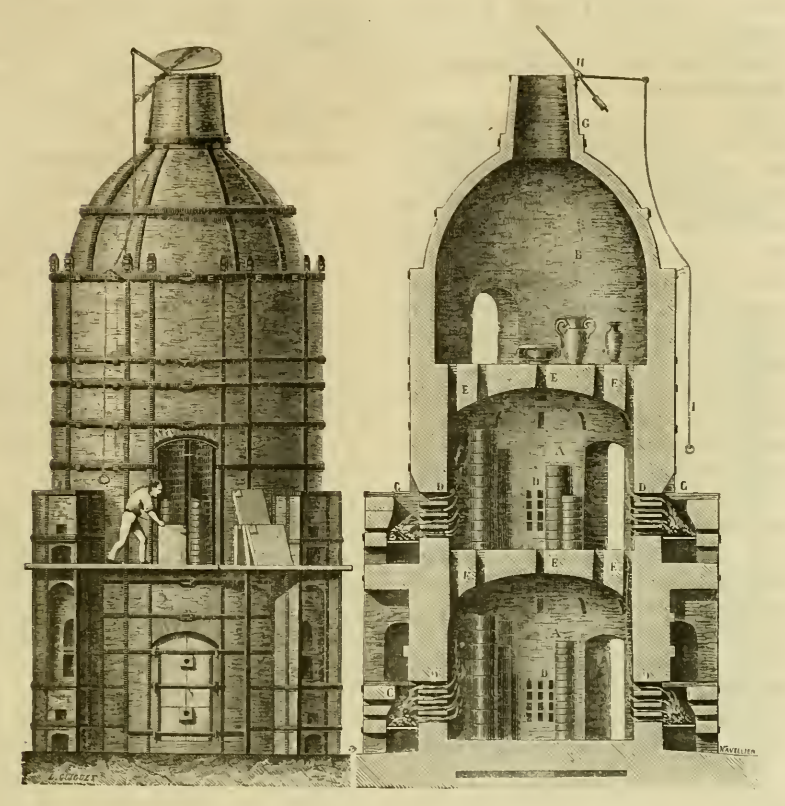


Fig. 273. — Four à porcelaine de la manufacture de Sèvres.

A,A. Les deux étages ou laboratoires superposés dans lesquels on range les cazettes contenant les pièces à cuire.
B. Chambre réservée à la partie supérieure de la construction, et qui, chauffée par les gaz s'échappant par les canaux de dégagement E,E, des deux laboratoires, devient une étuve servant au séchage des pièces qui y sont empilées avant de passer à la cuisson. Cette chambre se termine par la cheminée G qu'on ferme à volonté, à l'aide de l'obturateur H, dont la chaîne I pend à portée de la main des ouvriers.
C. Fourneaux ou alandiers disposés par quatre autour des fours, et dans des constructions qui forment saillie sur le corps même des fours.
D,D. Canaux horizontaux donnant accès aux flammes et aux gaz de l'alandier dans l'intérieur des laboratoires A, A.
E,E,E. Canaux verticaux pour l'échappement de la fumée.

à former les fonds. Le feldspath est la substance que l'on emploie comme fondant de ces couleurs, car le feldspath est fusible à la température des fours à porcelaine.

Les *couleurs de grand feu* sont ainsi composées :

Bleu : oxyde de cobalt, 4 parties, feldspath, 7 parties;

Bleu pâle: oxyde de cobalt, 1 partie, feldspath, 30 parties.

Vert : oxyde de chrome pur;

Vert bleuâtre : oxyde de cobalt, 3 parties,

oxyde de chrome, 1 partie, feldspath, 1 dixième.

Brun : oxyde de fer, 1 partie, manganèse, 1 partie, feldspath, 1 dixième.

Quand il s'agit de composer une couleur, on broie ces différents oxydes, on les tamise plusieurs fois pour les mélanger, et on les met dans un creuset, au-dessous du foyer du four à porcelaine. Le mélange fond et donne la couleur bonne à employer. Quand on a retiré du creuset le mélange calciné, on le pulvérise, afin de pouvoir l'appliquer au pinceau sur la porcelaine à décorer.

Les *couleurs de moufle*, qui sont peu résistantes, ne s'appliquent, avons-nous dit, sur la porcelaine qu'à une température qui ne dépasse pas le point de fusion de l'argent. On cuit les pièces recouvertes de ces couleurs dans des *moufles*, c'est-à-dire dans de grandes capacités de terre cuite, semblables aux *cazettes*, et qui sont destinées à préserver les pièces de l'action des cendres et des gaz du foyer.

Il est fâcheux que l'on ne puisse porter plus haut la température de la cuisson de ces couleurs; les peintures y gagneraient en brillant et en solidité. Malheureusement le pourpre de Cassius, qui fait partie de beaucoup de couleurs, s'altère à une température un peu élevée. Il a donc fallu calculer la composition des autres couleurs, de manière à ce qu'elles n'exigent point, pour leur fusion, le degré de chaleur qui détruirait le pourpre de Cassius.

Le *fondant* que l'on mêle aux couleurs de moufle, n'est pas le feldspath, qui sert à vitrifier les couleurs de grand feu ; c'est un véritable cristal, c'est-à-dire un mélange de sable et de minium qui, par la chaleur, donne du cristal fondu.

Le borax sert également de fondant aux couleurs de moufle, et il donne également un verre, c'est-à-dire un borate.

Voici la composition des fondants pour le *gris*, pour les *carmins* et les *verts*, et pour les *rocailles.*

Fondant pour les gris.

Borax fondu..........	1 partie.
Fondant rocaille......	8 —

Fondant pour les carmins et les verts.

Borax fondu.........	5 parties.
Silex pyromaque.....	3 —
Minium.............	1 —

Fondant pour les rocailles.

Minium..............	3 parties.
Sable d'Étampes.....	1 —

Par la fusion dans un creuset, ce mélange donne un verre verdâtre, qui est mis en poudre et conservé pour l'usage.

Le dernier de ces fondants est le moins fusible, le second est le plus fusible.

Les couleurs de moufle sont fournies par différents oxydes métalliques, parmi lesquels figurent l'oxyde de manganèse, l'oxyde de zinc, l'oxyde de cobalt, le pourpre de Cassius, l'oxyde de chrome, l'oxyde de cuivre, l'oxyde d'antimoine, la litharge (oxyde de plomb), l'oxyde de fer, etc., etc.

La palette du peintre sur porcelaine est extrêmement variée pour les couleurs de moufle. Il faudrait de nombreuses pages pour donner ici toutes les recettes pour la préparation des couleurs destinées à la peinture sur porcelaine, mais nous passerons sous silence ces formules, qui n'intéressent que les praticiens.

Nous dirons seulement qu'il a été fait, dans ces dernières années, à la manufacture de Sèvres, une découverte importante pour la peinture céramique : nous voulons parler des couleurs *demi-grand feu.* M. Richard, peintre à Sèvres, avait envoyé à l'Exposition universelle de 1867, des peintures sur porcelaine avec des couleurs fondues à une température intermédiaire entre le grand feu et le feu de moufle. Il paraît que ces produits, qui toutefois avaient déjà paru à l'Exposition de Londres, en 1862,

offrent des ressources importantes à l'artiste, qui peut obtenir des glaçures et des effets aussi brillants sur la porcelaine dure que ceux que l'on obtient sur la porcelaine tendre. Cependant l'industrie n'a pas encore adopté ces nouvelles couleurs.

Quand les couleurs *de grand feu* et de *moufle* sont préparées, pour s'en servir, on les mélange au fondant qui leur est propre, on broie ce mélange sur une plaque de verre dépoli, avec de l'essence de lavande ou de térébenthine, et l'on peint avec ces couleurs les pièces de porcelaine, au moyen d'un pinceau, comme s'il s'agissait d'une peinture à l'huile.

En général, les couleurs se modifient peu par l'action du feu. La pratique renseigne vite, d'ailleurs, l'artiste sur les modifications qu'il faut prévoir de l'action du feu sur ces peintures.

Pour cuire les peintures sur porcelaine, on enferme, avons-nous dit, la pièce qui a reçu la peinture dans une grande *cazette*, ou *moufle*, et on chauffe la moufle dans un fourneau particulier, que nous représentons ici (fig. 274).

Comme les pièces sont imprégnées d'essence de lavande, il faut ménager dans la moufle et dans le four une issue pour les vapeurs provenant de ces huiles ou des produits de leur décomposition. La moufle est donc ouverte à sa partie supérieure A, comme on le voit sur la figure 274. On ne ferme cet orifice que dans les derniers moments de l'opération.

On apprécie la température convenable pour la cuisson des peintures par des *montres* et par la couleur du feu. Ces *montres*, que l'on introduit et retire par le canal B, consistent en petites plaques de porcelaine sur lesquelles on a déposé, au pinceau, un peu de carmin et un peu d'or. Pour que le feu soit bon, il faut que le carmin devienne d'une belle couleur et que l'or soit bien fixé sur la plaque. En effet, le carmin mal cuit est jaunâtre, et l'or n'adhère pas à la porcelaine avant son entière cuisson. Quant à la cou-

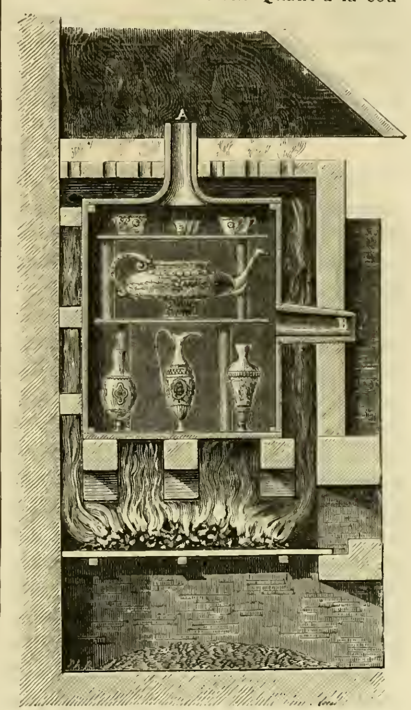


Fig. 274. — Moufle, ou petit four pour cuire les porcelaines peintes.

leur du feu, c'est un signe plus difficile, et qui exige beaucoup d'habitude ; c'est le seul dont on se contente, toutefois, dans la plupart des ateliers.

La fixation des couleurs sur la porcelaine se fait en deux opérations, ou deux *cuites*.

Dans la première, on obtient une ébauche. L'artiste retouche cette ébauche, et la termine avec de nouvelles couleurs.

L'ébauche retouchée, subit une seconde cuisson.

S'il reste quelques défauts sur la peinture après cette seconde cuisson, on peut les corriger et cuire la peinture une troi-

sième fois. Mais un quatrième feu gâterait tout, et on n'y a jamais recours. Ce n'est qu'avec les porcelaines tendres que l'on peut exposer impunément à plusieurs reprises une peinture à l'action d'un grand nombre de feux. Les couvertes plombifères de la porcelaine tendre peuvent seules braver ces chauffages multipliés.

Tels sont les procédés au moyen desquels on obtient ces chefs-d'œuvre de peinture qui, sur les vases des manufactures importantes, telles que celle de Sèvres, donnent des œuvres du plus grand prix. Il est, dans le Musée de Sèvres, des services de table, des vases, des copies de tableaux, dont la valeur dépasse 20,000 et 25,000 francs. Ces magnifiques œuvres d'art sont réservées, d'ordinaire, pour être offertes en cadeaux aux souverains ou aux grands personnages étrangers.

Voici un aperçu des principales richesses actuelles du Musée de Sèvres :

Une *Sainte Cécile*, *Jeanne d'Aragon*, *Jules II*, le *Portrait de Raphaël*, d'après Raphaël; *Psyché et l'Amour*, d'après Gérard; l'*Enlèvement d'Atala*, d'après Girodet, peints par Mme Jacotot ;

La *Messe de Bolséna*, la *Délivrance de saint Pierre*, une *Vierge*, la *Fornarina*, d'après Raphaël; l'*Entrée de Henri IV à Paris*, d'après Gérard, peints par Constantin ;

Le *Charles Ier* de Van Dyck, par Mme Laurent ;

La *Vierge au voile*, de Raphaël, le *Portrait de Van Dyck par lui-même*, une *Sainte Thérèse*, d'après Gérard, le portrait sans auteur connu, désigné sous le nom d'*Homme à la barbe rousse*, peints par Mme Ducluzeau;

La *Lecture* de Gérard Dow, par Mme de Tréveret;

Le *Gué*, d'après Karel Dujardin, peint par F. Robert;

Le *Président Richardson*, d'après Rubens, la *Maîtresse du Titien*, d'après le Titien, peints par Béranger.

Le magasin renferme, outre ces tableaux, beaucoup de porcelaines peintes, qui sont du plus grand prix. Citons, entre autres :

1° Un guéridon, d'après les dessins de Chenavard, décoré d'une couronne de fleurs, par Jacobber ;

2° Un meuble du temps de Louis XIV, orné de panneaux peints représentant des scènes chinoises. Les plaques ont été peintes par MM. Langlacé et J. André, d'après Borget et Devilly;

3° Un service de déjeuner décoré par Charles Devilly, et sur lequel on voit représentées les principales opérations de la céramique en différents pays : le plateau montre l'avenue qui conduit à la manufacture de Sèvres;

4° Un service de déjeuner représentant des scènes de chasse, exécuté par F. Robert. Le plateau représente une chasse dans la forêt de Fontainebleau, avec une vue du château.

CHAPITRE XXXVI

L'INDUSTRIE DE LA PORCELAINE EN FRANCE, EN ITALIE, EN ALLEMAGNE, EN DANEMARK, ETC.

Chaque grand pays de l'Europe entretient une manufacture qu'il dote de ressources et d'une subvention suffisantes pour qu'elle puisse se livrer à toutes les recherches nécessaires au progrès de l'art céramique. En France, c'est la manufacture de Sèvres qui, depuis Louis XV, a reçu cette mission, et elle remplit ce rôle d'une manière très-satisfaisante.

L'industrie privée trouve dans la manufacture de Sèvres des modèles et des conseils. Cet établissement officiel de la céramique française remplit donc très-dignement le rôle auquel l'ont consacré ses fondateurs.

A Berlin, à Saint-Pétersbourg, à Co-

penhague, à Vienne, à Meissen (Saxe), il existe également des manufactures entretenues par l'État, qui ont pour but la conservation des bonnes traditions de l'art et la recherche des perfectionnements pratiques.

L'industrie privée qui s'applique à la fabrication spéciale de la porcelaine n'est pas d'une grande importance en France. Cela provient des grandes difficultés de cette fabrication, qui empêchent d'abaisser suffisamment le prix de la porcelaine pour la faire entrer dans l'usage général. La production totale de la porcelaine en France ne dépasse pas annuellement le chiffre de 20 millions de francs.

Les principaux centres de production de la porcelaine, en France, sont Limoges, ou pour mieux dire le département de la Haute-Vienne, le Berry et les environs de Paris.

Pendant longtemps, comme nous l'avons dit, on ne connut en France d'autres gisements de kaolin que ceux de Saint-Yrieix près de Limoges. Les fabriques de porcelaine se groupèrent donc, au siècle dernier, dans le Limousin, où se trouvaient en abondance, à côté de la matière première, les bois nécessaires pour les fours. C'est ainsi que Limoges est resté longtemps le centre principal de la fabrication de la porcelaine en France. Mais peu à peu, le pays s'est déboisé, et on a été conduit à transporter le kaolin, dans d'autres contrées plus riches en combustibles, telles que le Berry.

Le caractère distinctif des produits limousins, aussi bien dans les articles de goût que dans les pièces destinées aux usages de la table et de la toilette, c'est la blancheur des matières, ce que l'on comprend quand on sait que les beaux kaolins des carrières de Saint-Yrieix, sont seuls employés dans les fabriques du Limousin.

Un autre caractère de ces mêmes produits, c'est la beauté et le goût.

Les usines du Berry ressemblent, beaucoup plus que celles de Limoges, aux grandes manufactures de poteries de l'Angleterre, à ces *districts des poteries* du Staffordshire, dont nous avons parlé à propos de la faïence. Ces manufactures sont organisées très-largement. Elles travaillent, en général, avec les argiles pures du Cher et de l'Allier, qu'elles mélangent avec des kaolins de diverses provenances.

Paris étant le centre du commerce de la porcelaine, on y a établi des manufactures, qui travaillent avec le kaolin et le feldspath expédiés de Saint-Yrieix. Mais les frais qu'occasionne le transport de ces matières, et l'élévation du prix de la main-d'œuvre, ne permettent pas aux fabriques parisiennes, de prendre beaucoup d'importance.

Ce qui distingue et caractérise les porcelaines de Paris, c'est le goût et la pureté du dessin. C'est au point de vue de l'art qu'elles se soutiennent et priment les autres usines de France. La décoration est à Paris dans son élément. Elle se fait dans un très-grand nombre d'ateliers, où règne un sentiment artistique très-développé.

Une petite industrie essentiellement parisienne, a pris de nos jours beaucoup de développements : c'est la fabrication des fleurs en porcelaine. On fait, de la même manière, des bouquets.

Après ces grands centres de fabrication de la porcelaine française, il faut citer des manufactures en Normandie (à Bayeux), dans la Gironde (à Saint-Gaudens et à Bordeaux); en Bretagne; dans le Cher (à Mehun, à Vierzon), et à Villedieu dans la Vienne; dans le département du Nord (à Saint-Amand-les-Eaux). Il existe, dans les Pyrénées des gisements de kaolin, qui fournissent la matière première aux usines du Midi.

A l'étranger, il faut citer particulièrement la manufacture de Doccia, près de Florence, pour la perfection et l'importance

de ses produits. La manufacture de Doccia, fondée au siècle dernier, ainsi que nous l'avons rapporté, conserve les belles traditions de l'art italien. A Milan existe une manufacture moins artistique, et qui fournit à la consommation usuelle.

En Prusse, MM. Tielsck et Cie, d'Altwasser, fabriquent des porcelaines dont le mérite principal est le bon marché. Il est seulement à regretter que cette fabrique se montre par trop fidèle aux maximes politiques de la Prusse, car elle ne se fait aucun scrupule de surmouler et de copier les modèles et décors des usines françaises.

On peut faire le même reproche à MM. Pickmann et Cie, de Séville (Espagne).

En Portugal, MM. Basto-Pinto, de Vista-Alegre, bien qu'ils aient eu à lutter contre des difficultés de toute nature, pour doter leur pays d'une fabrication importante, ont su trouver dans leur sol la totalité des matières nécessaires à la fabrication de la porcelaine. Leurs produits ont un cachet original, qui montre qu'ils sont dans une voie de progrès.

L'Autriche produit de très-belles porcelaines dures. La fabrique de Herend s'applique à imiter les genres anciens; mais comme elle ne veut pas tromper les amateurs, elle imprime sur ses imitations le nom de son usine.

En Danemark, la manufacture royale de Copenhague a fait naître dans l'industrie privée quelques usines, dont les produits ne sont pas sans mérite.

A Waldenburg, près de Breslau (Silésie), se trouve un des plus beaux établissements céramiques de l'Allemagne. Cette usine fait vivre un nombre immense d'ouvriers, autrefois misérables, et répand en Allemagne d'excellentes porcelaines. On lui reproche seulement de copier et de surmouler les modèles français, comme le font les usines prussiennes.

En Angleterre, la porcelaine ne se fabrique dans aucune usine. La faïence, avec ses variétés infinies, jointe aux grès et aux poteries communes, satisfait à tous les besoins, ou plutôt aux habitudes routinières de la consommation, et nous avons vu combien est immense en Angleterre la production d'un seul de ces produits, la faïence fine.

CHAPITRE XXXVII

LA PORCELAINE TENDRE, SA NATURE ET SA FABRICATION. — LA PREMIÈRE PORCELAINE TENDRE OU LE VIEUX SÈVRES. — PORCELAINE TENDRE FRANÇAISE MODERNE. — PORCELAINE TENDRE ANGLAISE. — APPLICATION DE LA PORCELAINE TENDRE A LA FABRICATION DES BOUTONS CÉRAMIQUES.

C'est, selon nous, par une erreur du langage, que l'on donne le nom de porcelaine au dernier produit céramique qui va nous occuper. On ne doit, en effet, il nous semble, entendre par le mot *porcelaine* que les poteries fournies par le kaolin et le feldspath. Or, le produit que l'on nomme *porcelaine tendre*, ne renferme ni kaolin, ni feldspath. On doit même le considérer comme un verre ou un émail, plutôt qu'une poterie. Ce verre opaque argileux et à demi fondu, fournit des ressources précieuses à l'art du décorateur céramique, mais il faut bien se garder de le confondre avec l'admirable poterie, si remarquable par sa dureté, sa transparence et la résistance énorme de sa couverte vitrifiée, en d'autres termes avec la *porcelaine dure*, le véritable chef-d'œuvre de l'industrie céramique.

La *porcelaine tendre* ne peut que difficilement servir à fabriquer des vases pour les besoins usuels. Sa grande utilité, c'est de se prêter merveilleusement à la peinture et au décor. Comme porcelaine d'usage, elle n'est presque rien, comme porcelaine décorative, elle est sans rivale, et bien supérieure, sous ce rapport, à la porcelaine dure.

La *porcelaine tendre* est ce même produit

que les fabricants français composèrent du temps de Louis XV, alors que, dans toute l'Europe, on cherchait à imiter la porcelaine importée de la Chine. Les procédés découverts à cette époque et qui furent révélés par le comte de Milly, dans l'ouvrage que nous avons cité, servirent à composer le produit qui porte le nom de *Vieux Sèvres*, pour la France, et de *Vieux Saxe*, pour l'Allemagne. La porcelaine tendre a fait, au siècle dernier, la gloire de la manufacture de Sèvres, et les spécimens qui nous restent de ces poteries du temps de Louis XV et de Louis XVI, sont aujourd'hui sans prix.

Il va sans dire que la porcelaine tendre fut abandonnée dès que l'on eut découvert en Europe l'art de fabriquer la véritable porcelaine de la Chine, c'est-à-dire la porcelaine dure. Mais cet abandon n'a fait que donner un prix plus considérable encore au *Vieux Sèvres*.

Ajoutons que l'on a repris, de nos jours, la fabrication de la porcelaine tendre, et que cette matière est fabriquée dans quelques usines, en France et en Angleterre. Mais le but spécial de cette fabrication, d'ailleurs peu importante par le nombre de pièces produites annuellement, c'est la peinture et le décor, auxquels, comme nous l'avons dit, la porcelaine tendre se prête merveilleusement.

Nous devons, en conséquence, entrer dans quelques détails sur les procédés de fabrication de la porcelaine tendre, ou, pour mieux dire, selon nous, du *verre opaque argileux*.

Brongniart, qui a fait de la porcelaine tendre la septième et dernière classe des poteries, définit ainsi cette substance :

« Pâte fine, dense, à texture presque vitreuse, dure, translucide, *fusible à une haute température.* »

Ce terme de fusibilité dénote suffisamment un *verre*, et non une poterie.

La *pâte* de la porcelaine tendre renferme toujours un principe qui lui donne assez de fusibilité, à une haute température, pour qu'elle puisse prendre, en approchant de cette température, une translucidité presque semblable à celle du verre. Elle doit cette transparence tantôt à des alcalis, la soude ou la potasse, tantôt aux sels qui renferment ces alcalis, tels que le sel marin ou le nitre, tantôt enfin à des sels à base terreuse, tels que des sulfates de chaux ou de baryte, ou à des phosphates qui, ajoutés aux éléments terreux, l'argile ou le feldspath, forment des composés fusibles.

Le vernis de la porcelaine tendre est tantôt un composé de silice, d'alcali et de plomb, tantôt un composé de silice, de feldspath, de borax et d'oxyde de plomb.

La cuisson de la porcelaine tendre est double; on cuit d'abord le biscuit, puis le même produit recouvert de son vernis et de son décor. Comme la chaleur va jusqu'à ramollir les pièces, on est forcé, si elles n'ont pas une forme propre, à les faire se soutenir mutuellement, en les cuisant l'une dans l'autre, de les cuire sur des espèces de noyaux, qu'on nomme *renversoirs*, par lesquels les pièces sont soutenues et prennent leur retrait sans obstacle.

Comme le biscuit de la porcelaine tendre n'est pas absorbant, on applique la couverte par *arrosage*.

Les pâtes tendres sont susceptibles de recevoir presque toutes les couleurs. On peut mettre plusieurs couleurs de fond sur le biscuit, par conséquent sous le vernis : le fond bleu est dans ce cas. Enfin le vernis incorpore facilement les couleurs dans sa propre substance, ce qui donne un glacé très-brillant.

La fabrication de la porcelaine tendre, telle qu'on l'exécutait à Sèvres de 1750 à 1804, était très-compliquée. Nous emprunterons la description de ces procédés à Alexandre Brongniart.

« La pâte pour la fabrication de la porcelaine tendre était composée, dit Brongniart, ainsi qu'il suit :

Nitre fondu	440	ou	22,0
Sel marin gris	146		7,2
Alun	74		3,6
Soude d'Alicante	74		3,6
Gypse de Montmartre	74		3,6
Sable de Fontainebleau	1212		60,0
	2020		100,0

« Après avoir bien mêlé ces matières, on les faisait fritter, soit dans le four à biscuit, soit dans un four particulier.

« On broyait cette fritte, on la lavait à l'eau bouillante, et l'on enfermait la pâte, en lui donnant du *corps* avec de la craie et de la marne calcaire, dans les proportions suivantes :

Fritte précédente	90	ou	75
Craie blanche	20		17
Marne calcaire du terrain gypseux d'Argenteuil	10		8
	120		100

« Tous ces matériaux devaient être intimement mêlés, broyés avec de l'eau au moulin, et passés au tamis de soie.

« Le vernis se composait comme il suit :

Litharge	82	ou	42,105
Sable de Fontainebleau calciné	58		29,7
Silex calciné	24		12,3
Carbonate de potasse	11		5,64
Carbonate de soude	20		10,255
	195		100,000

« Les matières, mêlées et broyées, étaient fondues sous le four dans des creusets, pilées et broyées de nouveau, et fondues une seconde fois.

« La pâte, n'ayant aucun liant, ne se prêtait que très-difficilement au façonnage par l'ébauche; il fallait mouler toutes les pièces.

« Les moules étaient faits en plâtre; ils avaient une très-grande épaisseur; ils donnaient l'extérieur de la pièce. Un noyau également en plâtre en donnait grossièrement l'intérieur: ce noyau comprimait la pâte dans le moule au moyen d'une presse.

« Les pièces moulées ainsi étaient réduites à leur épaisseur et finies en les tournassant sur le tour.

« Le garnissage se faisait comme pour les autres poteries; les garnitures se collaient sur la pièce principale avec de la barbotine.

« Les pièces terminées étaient encastées, pour être portées au four. Ces pièces, éprouvant par la cuisson deux changements, le ramollissement et le retrait, exigeaient beaucoup de soin pour leur encastage. Il fallait en soutenir toutes les parties saillantes avec des supports de même pâte, ajustés de manière qu'en soutenant la pièce, ils en suivissent le retrait; par conséquent, il fallait aussi que les rondeaux qui les portaient fussent de même pâte. Du sable pur, simplement pétri, avec un peu d'eau, placé entre les supports et la pièce, empêchait leur adhérence mutuelle.

« La cuisson de la porcelaine tendre était bien plus longue que celle de la porcelaine dure; elle exigeait de soixante-quinze à cent heures, et consommait de 32 à 40 stères de bois de tremble.

« On donnait le vernis au biscuit par arrosement. Pour que le vernis, délayé en consistance de bouillie, ne se précipitât pas trop promptement, on y ajoutait du vinaigre.

« Les pièces mises en vernis se repassaient au four sans support, dans des étuis semblables à ceux du biscuit, mais enduits intérieurement du même vernis, afin qu'ils n'absorbassent pas celui des pièces qu'ils enveloppaient.

« Les porcelaines faites à Saint-Cloud dès 1695, à Chantilly, à Orléans, à Villeroy, étaient des porcelaines tendres, fabriquées par des procédés semblables à ceux que l'on vient de décrire. Les produits de la manufacture de Saint-Cloud étaient comparés par le docteur Martin Lister, voyageur anglais, en 1698, aux belles porcelaines de la Chine. Cette fabrique faisait déjà des objets remarquables en 1718. Celle de Chantilly avait été fondée par un ouvrier de la précédente. Celles de Tournay, de Saint-Amand-les-Eaux, appartiennent aussi à cette section des porcelaines tendres; mais les produits de ces fabriques, plus épais, plus lourds, moins blancs, moins bien glacés que ceux de Sèvres, présentèrent une telle infériorité en comparaison de ces derniers, que, vers 1775 ou 1780, la plupart de ces fabriques cessèrent leurs travaux, ou firent de la porcelaine dure. On continua néanmoins d'en faire à Tournay, à Arras, à Saint-Amand, parce que, si les produits de ces manufactures étaient moins beaux que ceux de Sèvres, ils étaient à un prix qui en permettait l'usage à un bien plus grand nombre de personnes, et ils avaient une ténacité qui les faisait résister longtemps aux fractures par choc (1). »

La porcelaine tendre se fabrique de nos jours, en France, à Tournay, à Saint-Amand et à Arras. On l'emploie généralement dans les restaurants de Paris, en raison de sa lourdeur et de sa résistance aux chocs. Cependant, si elle est plus tenace et supporte mieux les chocs que la porcelaine dure, elle résiste moins bien aux changements de température.

La composition de la pâte de la porcelaine tendre de Saint-Amand est la suivante :

(1) *Dictionnaire technologique*. article *Poteries*.

Silice	76
Alumine	9
Soude	5
Chaux	10
	100

On prépare cette pâte au moyen d'une argile figuline, d'une terre marneuse et de craie. Une fritte préparée avec du sable et de la soude, fournit la substance alcaline, qui doit communiquer au mélange la fusibilité, la demi-liquidité au feu du four à porcelaine, qui caractérise la *pâte tendre*.

Si la porcelaine tendre n'a qu'une faible importance commerciale en France, sa fabrication se fait, au contraire, sur une échelle considérable en Angleterre. Seulement, dans la porcelaine tendre anglaise, il entre du kaolin ; de sorte que cette poterie est un produit spécial qui tient le milieu entre la faïence fine et la porcelaine dure.

La composition de la pâte varie en raison de l'usage des pièces qu'on veut en faire. La plus généralement usitée, celle dans laquelle il n'entre pas de *fritte*, et qui est destinée aux services de table, résulte des matières suivantes, mêlées à peu près dans la proportion indiquée :

Kaolin	11
Argile plastique	19
Feldspath	21
Sable ou silex	»
Phosphate de chaux ou os calcinés	49
Sulfate de baryte	»
	100

La pâte *frittée* qui sert à fabriquer les objets de sculpture et les ornements en relief, renferme :

Sable siliceux	33
Phosphate de chaux ou os calcinés	65
Potasse	2
	100

On fritte, et on ajoute à cette fritte broyée :

Kaolin	21

Ces pâtes se travaillent très-aisément, et à peu près comme les pâtes de faïence fine.

Le vernis est composé de :

Feldspath	48
Silex ou sable	9
Borax brut et non calciné	22
Flint-glass	21
	100

On fait fritter ce mélange, et l'on ajoute, lorsqu'il a été broyé, environ 12 parties de minium.

La porcelaine tendre anglaise participe des qualités de la porcelaine tendre française, sans posséder au même degré l'aspect séduisant de la nôtre. Elle n'a pas la même composition que notre porcelaine tendre, et par conséquent n'en présente pas les inconvénients. Comme elle renferme du kaolin, la pâte est assez plastique et se façonne aisément ; de plus, avantage essentiel, elle supporte sans se déformer un feu beaucoup plus fort que la porcelaine tendre française.

Ne soyons donc pas surpris de voir la porcelaine tendre servir à deux fins en Angleterre, de la trouver dans les grandes manufactures anglaises, telles que celles de MM. Minton et Copeland, sous la forme de vases magnifiquement décorés, et de services d'une grande richesse, et chez les petits industriels, dans le *district des Poteries*, sous la forme de services à thé et à dessert à l'usage des petites fortunes.

En résumé, la porcelaine tendre anglaise n'est qu'une sorte de faïence fine, à laquelle l'addition de 40 centièmes d'os calcinés (phosphate de chaux) a donné la propriété de subir au feu une sorte de demi-vitrification, analogue à celle de la porcelaine dure, et qui, condensant les particules de la pâte, lui donne la cohésion en même temps que la translucidité.

L'Angleterre a conservé jusqu'ici le monopole de cette fabrication; la porcelaine tendre figure pour un dixième dans la pro-

duction totale du Staffordshire, elle représente une somme annuelle de 6 millions environ.

Une seule manufacture hors de l'Angleterre, celle de Sarreguemines, fabrique aujourd'hui la même poterie.

Comme appendice à la porcelaine tendre, nous signalerons, en terminant cette Notice, une application importante qui a été faite, de nos jours, de la pâte de la porcelaine tendre à la fabrication des boutons.

Cette nouvelle industrie, qui consiste à tirer parti, pour la confection des boutons destinés aux vêtements ou aux meubles, de la matière économique, plastique et dure que fournit la porcelaine tendre, prit naissance en Angleterre, vers 1850. Inventé par M. Prosser, ce procédé fut mis en pratique pour la première fois dans la faïencerie de M. Minton, à Stoke-upon-Trent, et dans celles de MM. Walter et Camberlain, à Worcester. D'Angleterre il a été importé en France.

Nous trouvons, dans le *Traité de chimie* de MM. Pelouze et Fremy (1), les détails suivants sur cette industrie, d'abord anglaise, aujourd'hui nationale :

« En France, la fabrication des boutons est pratiquée actuellement, sur une très-grande échelle. Dans la manufacture de Creil, on suit à peu près les méthodes anglaises ; à Briare, où M. Bapterosses a transporté son établissement de la rue de la Muette, on travaille suivant le procédé dont il est l'inventeur.

« M. Bapterosses fabrique deux qualités de boutons : les boutons dits *agate* et les boutons *strass*.

« La pâte à boutons *agate* est composée d'une petite portion de phosphate de chaux et de feldspath lavé aux acides pour le débarrasser de l'oxyde de fer. La pâte des boutons *strass* est composée de feldspath pur; une petite quantité de lait mélangée à la pâte lui donne le liant nécessaire pour qu'elle puisse se mouler après une dessiccation convenable. Une seule presse peut mouler jusqu'à cinq cents boutons à la fois, et l'ouvrier qui la dirige, peut frapper, en moyenne, deux ou trois coups par minute. En tombant de la presse, les boutons viennent se ranger d'eux-mêmes sur une feuille de papier maintenue par un cadre en fer rectangulaire, d'où, par un tour de main très-simple et très-ingénieux, ils se trouvent placés sur la plaque de terre qui sert à leur cuisson.

« Les fours qui servent à la cuisson des boutons sont ronds ou rectangulaires; mais le principe de leur construction est le même dans les deux cas. Le foyer est central comme dans les fours à cristal. Un certain nombre d'arches se partagent l'espace à l'entour du foyer, et chacune d'elles reçoit six ou sept moufles superposés. La flamme s'élève du foyer jusqu'à la voûte du four, pour redescendre dans chacune des arches, et en circulant tout à l'entour des moufles jusqu'à des carneaux placés à la partie inférieure et qui vont se réunir dans une cheminée centrale. Les fours ronds de M. Bapterosses ont soixante moufles. Les fours rectangulaires n'en ont que vingt-huit. Ils peuvent rester au feu plusieurs mois consécutifs sans avoir besoin de réparations.

« Chacun des moufles peut recevoir une plaque en terre réfractaire de la même dimension que la feuille de papier sur laquelle se sont rangés les boutons au sortir de la presse. Quand la plaque est rouge, l'ouvrier vient poser dessus la feuille de papier recouverte de boutons. Le papier brûle et les boutons se trouvent rangés sur la plaque de terre rouge dans la disposition symétrique qu'ils avaient au moment du moulage. Les plaques sont remises au four; elles y restent pendant dix minutes environ, temps suffisant pour la cuisson. On retire la plaque ; on enlève d'un coup de râble les boutons qui la recouvrent, et comme elle a conservé presque toute sa chaleur, elle peut servir immédiatement à une nouvelle opération.

« Un four de soixante moufles, qui peut cuire cinq cents masses de boutons en vingt-quatre heures, brûle dans le même temps environ 6,000 kilogrammes de houille. Un ouvrier est attaché à chaque rangée de moufles et travaille pendant douze heures consécutives. »

L'usine de M. Bapterosses, à Briare, fabrique chaque jour, *cinq millions* de boutons de porcelaine !

Voilà encore une de nos *Merveilles de l'Industrie.*

(1) Tome II, pages 869-870.

FIN DE L'INDUSTRIE DES POTERIES, DES FAIENCES ET DES PORCELAINES.

INDUSTRIE DES SAVONS

Dans son *Rapport sur la situation de l'Empire en* 1812, le Ministre de l'Intérieur évaluait le produit annuel de l'industrie du savon en France, *à trente millions* de francs. Aujourd'hui la production annuelle des savonneries françaises est au moins de *soixante-dix millions* de francs.

Une industrie qui a acquis une telle importance mérite que nous nous y arrêtions un peu longuement. Après avoir recherché les origines historiques du savon, nous suivrons ce produit à travers ses transformations successives, jusqu'à l'époque actuelle. Nous ferons connaître ensuite les procédés de fabrication des différentes espèces de savon, qui sont fort nombreuses aujourd'hui. Nous décrirons enfin les diverses opérations que doit subir cette matière pour être employée dans les manufactures de draps, de tapis, de teintures et dans le blanchissage, ou pour être consacrée aux usages de la toilette.

CHAPITRE PREMIER

LE SAVON DANS LES TEMPS ANCIENS. — LE SAVON CHEZ LES GAULOIS. — ÉTABLISSEMENT DES PREMIÈRES FABRIQUES DE SAVON EN FRANCE ET EN ITALIE.

La connaissance du savon remonte à une haute antiquité, puisqu'il est fait mention de cette matière dans deux livres de la Bible (Jérémie, II, verset 22, et Malachie, III verset 2). Le terme employé dans la Bible est *borith*. Certains hébraïsants traduisent ce mot par *savon*, d'autres par *alcali*, différence qui est d'ailleurs peu importante, puisque le savon provient d'un alcali.

Les écrivains de l'antiquité profane mentionnent également le savon.

Théocrite parle du *sapônion;* Paul d'Égine dit que le *sapôn* a une vertu détersive, et Pline dit littéralement que le savon (*sapo*) est « une invention des Gaulois, qui s'en ser-« vaient pour rendre les cheveux blonds. « On le fait de suif et de cendres. Le meil-« leur se fait avec les cendres de hêtre et

« du suif de chèvre. Il en est de deux sortes, « mou et liquide. L'un et l'autre sont em- « ployés chez les Germains, mais par les « hommes plus que par les femmes (1). »

En parlant des Gaulois comme les inventeurs du savon, Pline avait certainement en vue les habitants du midi de la Gaule, c'est-à-dire de la partie baignée par la Méditerranée, et qui était occupée par les *Massaliotes* (Marseillais). Les Celtes constituaient la majeure partie des *Massaliotes*, et le mot *sapôn* des Grecs est d'origine celtique.

Cette dénomination est restée affectée au savon dans la langue de tous les peuples de l'Europe. Les Allemands désignent le savon par le mot de *sepe*, les Hollandais et les Flamands par *zeeps*, les Anglais par *soap*. Dans notre patois provençal, on appelle le savon *sabou*. On l'appelle en Picardie *savelon*, en Espagne *xabon*, en Portugais *sabaa*, en Italie *sapone*. Tout le monde sait que le *p* se changeait fréquemment en *b* et en *v* lorsque les mots celtiques passaient dans les langues du Midi.

Comme autres preuves de l'origine gauloise du savon, nous rappellerons que Théodore Priscien parle du savon *gaulois*. Martial le nomme « l'écume batave, l'écume caustique ou l'écume germanique. »

Quintus Serenus, Valère-Maxime et Galien, font également mention du savon.

Arétée, de Cappadoce, dit que les Gaulois possédaient une infinité de remèdes, et il cite entre autres recettes, celle contre l'*éléphantiasis*, qui se composait de boules de nitre et de *natron* d'Égypte (notre carbonate de soude). On se servait de cette dernière substance pour blanchir le linge et on s'en frottait le corps dans le bain. Le même auteur cite les *lotions savonneuses* comme employées pour guérir les maladies de la peau. Arétée ajoute que l'on composait avec le savon un grand nombre de médicaments pour l'usage externe. Les Arabes employèrent plus tard des compositions savonneuses de même nature pour l'usage interne.

Galien, que nous venons de citer, nous fait connaître la manière dont les Gaulois fabriquaient le savon. On le préparait avec de la *graisse* ou du *suif* et du *sel lixiviel* (carbonate de soude). Ce sont précisément là les ingrédients actuels du savon.

Ainsi la Gaule méridionale, et particulièrement la cité de Marseille, est la patrie originaire du savon, en Europe.

De Marseille l'industrie du savon se propagea dans les autres colonies fondées par les Grecs et dans les possessions romaines.

Une preuve irrécusable de l'emploi industriel du savon dans l'Italie ancienne, a été acquise par la découverte d'une fabrique de savon à Pompéi. Dans cette ville de la Campanie, qui fut recouverte en l'an 79 après Jésus-Christ par les cendres du Vésuve, on a retrouvé deux fabriques de savon et des débris de cette matière dans un assez grand état de conservation.

Si l'on consulte le plan de Pompéi donné par M. Breton, dans son ouvrage sur cette antique cité (1), on trouvera indiquée la maison d'un fabricant de savon, au n° 25 de ce plan, entre la rue des Narcisses et la rue Consulaire. Dans cette maison on voit encore six cuves de pierre qui avaient servi à préparer des lessives, et un fourneau. Quelques débris de savon assez bien conservés, qui accompagnaient des outils et ustensiles, ne laissent aucun doute sur le produit industriel qui était fabriqué dans cette maison.

(1) Voici le texte de Pline : « Prodest et sapo, Galliarum hoc inventum rutilandis capillis. Fit ex sebo et cinere, optimus e fagino et caprino. Duobus modis, spissus ac liquidus : uterque apud Germanos majore in usu viris quam feminis. » (*Histoire naturelle de Pline*, avec la traduction de Littré. Tome II, page 282. Édition compacte de la collection des auteurs latins, de M. Nisard. Grand in-8°. Paris, 1850.)

(1) *Pompéia décrite et dessinée* par Ernest Breton In-8. Paris, 1855, pages 253 et 231.



Fig. 275. — Pompéi vu de nos jours.

Une seconde fabrique de savon est figurée dans le même ouvrage, au n° 90 du même plan de la ville.

Ce genre de démonstration nous dispense d'insister sur le fait de la connaissance du savon chez les Romains.

Il importe de dire pourtant que chez les anciens, et en particulier chez les Romains, la fabrication du savon se bornait à faire bouillir avec de l'huile l'eau qui avait servi à laver les cendres. Le produit était donc plutôt une *émulsion savonneuse* qu'un *savon*. Le produit était, nous dit Pline, « épais et liquide. » C'était donc une émulsion savonneuse à demi liquide.

Les données exactes manquent pour apprécier les perfectionnements qui ont pu être apportés à l'industrie du savon depuis les Romains jusqu'aux VIIe et VIIIe siècles. C'est probablement au VIIIe siècle que les Arabes, qui furent les premiers chimistes, commencèrent à ajouter de la chaux au *sel lixiviel*, c'est-à-dire au produit des cendres lessivées, ce qui le rendit beaucoup plus caustique, et détermina la fabrication de véritables savons, au lieu de ces simples émulsions savonneuses dont on s'était contenté à l'origine de cette industrie chez les anciens.

L'addition de la chaux aux lessives de soude carbonatée, conduisit à l'emploi des alcalis purs, c'est-à-dire de la soude et de la potasse caustiques.

Un autre progrès important qui date de la même époque, fut la substitution de l'huile d'olive à la graisse et au suif traditionnels.

Dès le IXe siècle, le savon était devenu un objet important du commerce de Marseille. Nous ne disons pas de son industrie, car il faut descendre environ trois cents ans après

cette époque pour constater l'existence dans ce grand centre commercial, des fabriques de savon qui ont si grandement contribué à la prospérité de cette ville.

Au XIIe siècle, les croisades avaient exercé leur heureuse influence sur les habitudes de la vie domestique en Europe. Revenus de l'Orient, les croisés avaient propagé l'emploi du linge blanc et le désir de la propreté, vertu qui avait manqué jusque-là aux populations du Moyen âge, même parmi les classes riches. Malgré le luxe de leurs vêtements, de leurs armes et de leurs tables, les seigneurs de ce temps étaient bien voisins de la barbarie, en ce qui concernait leur personne. C'est ainsi que le savon, objet de luxe ou de pure curiosité jusqu'au Moyen âge, entra dans les usages de la toilette, et devint bientôt pour chacun un objet de première nécessité.

A partir du XIIe siècle, Marseille compta une rivale dans la fabrication du savon. Ce fut Venise, qui acquit bientôt dans la savonnerie une prépondérance commerciale et industrielle.

Une autre ville d'Italie, ou plutôt du Piémont, Savone, conquit également une haute réputation pour la même industrie. Ses produits et ceux de Venise trouvèrent de nombreux débouchés, au détriment de Marseille. Savone, en particulier, acquit bientôt une telle célébrité, que l'on prétendit (et tous les historiens et écrivains de nos jours reproduisent cette erreur), que le savon a été produit pour la première fois à Savone. Ce qui précède réfute suffisamment cette assertion. Connu des Romains, fabriqué chez les Gaulois, chez les Massaliotes, le savon ne peut avoir été inventé dans une ville d'Italie où il ne fut fabriqué pour la première fois qu'au XIIe siècle après Jésus-Christ.

Les fabriques de Savone avaient pris une grande importance. Elles éclipsaient celles de Gênes, de Marseille, de Malaga et d'Alicante. En possession d'un port sur la Méditerranée, la ville de Savone exportait facilement ses produits. Les grands bois d'olivier qui l'avoisinent, lui fournissaient l'huile avec abondance, et on trouvait dans la combustion des plantes marines une source suffisante d'alcalis. Comme nous l'avons déjà dit, la préparation du savon consistait, dès cette époque, à faire bouillir avec de l'huile une dissolution de carbonate de soude provenant des cendres lessivées, en y ajoutant une certaine quantité de chaux, pour caustifier le sel de soude.

La prospérité industrielle de Savone inspira une grande jalousie à Gênes, sa puissante voisine. Une petite ville épiscopale osant tenir tête à la fière république de Gênes, et arrivant à la vaincre dans une joute manufacturière, c'était un scandale qui ne pouvait durer. Aussi peu scrupuleux en matière de concurrence industrielle qu'en politique, les Génois eurent recours à un moyen qui peint bien la violence des procédés de ces temps barbares. Une nuit, vingt galères sortirent du port de Gênes, chargées de pierres, de rochers, de blocs de vieille ferraille et de tout engin lourd et encombrant qu'on avait pu trouver dans l'arsenal. Les galères s'approchèrent en silence de Savone, et déchargèrent leur cargaison à l'entrée de sa passe, de manière à la rendre impraticable aux plus petits navires.

Le lendemain, les habitants de Savone avaient encore un port, mais un port sans issue au large. Leur commerce d'exportation était paralysé.

C'était là un moyen brutal de se débarrasser d'un rival incommode. On y met aujourd'hui plus de formes : on procède par des tarifs de douane, et on arrive sans violence à un résultat tout pareil.

Bien mal acquis ne profite pas. Gênes s'était emparée par force de l'industrie du savon, mais ce privilége lui échappa bientôt. On a dit que l'abandon que le commerce fit des produits des manufactures de Gênes,

provenait des fraudes qui s'étaient introduites dans sa fabrication, et qui déconsidéraient ses produits. On ajoute que le sénat de Gênes fit plusieurs fois brûler en place publique des cargaisons de savon falsifié outre mesure. Nous croyons que la décadence de la savonnerie génoise eut une autre cause. A cette époque commençait l'ère des tarifs de douane. Chaque État, voulant protéger son industrie propre, frappait de droits énormes l'entrée des produits étrangers. Dès lors, les grands pays, comme la France, l'Espagne, l'Angleterre, purent seuls conserver une industrie florissante, parce que leur vaste marché intérieur leur fournissait un débouché suffisant. Au contraire, les petits États n'ayant à offrir à leur production manufacturière qu'un faible territoire, virent leur industrie dépérir.

C'est ce qui arriva à la république de Gênes, qui n'avait qu'un territoire insignifiant et une population restreinte. Au contraire, Marseille avait devant elle les immenses marchés de la France. C'est pour cela que Gênes, aussi bien que Venise et plus tard Malaga, Alicante et Carthagène, durent cesser leur fabrication devant les progrès incessants de l'industrie marseillaise.

Voilà comment Marseille entra dans la possession presque exclusive des marchés de l'Europe.

Les nombreuses savonneries qui existent de nos jours dans cette ville, datent presque toutes du XVIIe siècle. Si depuis deux siècles elles ont peu modifié leurs installations primitives, c'est que le procédé le plus avantageux que l'on connaisse pour fabriquer un savon de bonne et loyale qualité, c'est-à-dire le procédé dit à la *grande chaudière*, a été trouvé et mis en pratique à Marseille, dès le XVIIe siècle, à l'origine de cette industrie, et que ni le temps ni les progrès de la science n'ont rien pu changer à ce procédé.

CHAPITRE II

LA SAVONNERIE ÉTABLIE A MARSEILLE AU XVIIe SIÈCLE. — SES PROGRÈS SUCCESSIFS. — RÈGLEMENTS ADMINISTRATIFS. MONOPOLE DE CETTE INDUSTRIE AFFECTÉ A MARSEILLE JUSQU'EN 1830. — CRÉATION DES SAVONNERIES A L'ACIDE OLÉIQUE, AMENANT LE DÉPLACEMENT PARTIEL DE L'INDUSTRIE SAVONNIÈRE FRANÇAISE.

C'est du XVIIe siècle que date le développement sérieux que la fabrication des savons prit à Marseille. A cette époque les savonniers provençaux se servaient uniquement des alcalis végétaux provenant de la combustion des plantes marines du territoire d'Arles, et cet alcali leur suffisait pour répondre aux besoins de la consommation de l'Espagne et d'une partie de l'Italie. Un siècle plus tard, l'introduction de la fabrication des cotons en Europe, vint donner une nouvelle impulsion à l'industrie savonnière. Les soudes du pays ne purent plus suffire aux besoins, et Marseille dut recourir aux soudes végétales de l'Italie, de l'Espagne et même du Levant.

La savonnerie fut introduite en France sous Louis XIV, pendant l'administration de Colbert. Elle s'établit d'abord à Toulon. Le choix de cette localité fait par Colbert, prouve que le grand ministre voulait surtout donner un débouché aux huiles d'olive de la Provence.

Colbert avait un autre but : il voulait donner du travail aux ouvriers du pays, à l'exclusion des étrangers. En effet, quelques années après, Louis XIV rendit un arrêté pour constituer un « *monopole pour la fabrication du savon en faveur du sieur Rigat, de Lyon,* » à la condition que ledit Rigat n'emploierait dans sa fabrique que des ouvriers français et des huiles du pays.

Cet arrêté, qui avait été fort mal accueilli, ne put être enregistré au parlement d'Aix que sur l'injonction du roi. Sa durée fut d'ailleurs très-éphémère ; la force des choses en fit justice. Le sieur Rigat fut privé de

son privilége par un arrêté du 10 octobre 1669 (1).

Libre de choisir son milieu, l'industrie savonnière quitta Toulon, et alla s'établir à Marseille, qui, par son commerce avec les pays producteurs d'huile d'olive et les avantages qu'offrait son grand marché, se trouvait dans les meilleures conditions pour cette fabrication spéciale.

Il ne sera pas sans intérêt de reproduire, comme document historique, ce que rapporte à ce sujet M. Wolowski, dans son rapport sur les produits de la savonnerie à l'Exposition de Londres de 1862.

« En 1666, dit M. Wolowski, un sieur Pierre Rigat, marchand établi à Lyon, adressa au roi une requête par laquelle il proposait de fabriquer des savons sans aucun secours du dehors, par des procédés de lui particulièrement connus, et en quantité suffisante pour la consommation de tout le royaume. Cette proposition, qui impliquait, suivant l'esprit du temps, la concession d'un privilége, fut accueillie, et Louis XIV, par des lettres patentes signées le 11 mars 1666, accorda au pétitionnaire le privilége exclusif d'établir des fabriques de savon blanc, marbré, et de toutes autres qualités, sur tous les points du royaume qu'il lui conviendrait de choisir, et de les exploiter pendant vingt ans. Les seules fabriques alors existantes, au nombre de six ou sept, furent conservées, mais à la condition que le nombre de leurs chaudières ne serait pas augmenté, et que leurs produits seraient versés dans les magasins du sieur Rigat, qui devait les payer à un prix convenu.

« Le concessionnaire et tout le personnel dépendant de ses fabriques étaient en outre exemptés de fournir le logement aux gens de guerre, et de toutes autres charges imposées aux divers sujets du royaume; un droit de huit livres par quintal devait être perçu sur les savons importés de l'étranger.

« Ce privilége suscita une opposition fort vive de la part des échevins des villes de Lyon et de Marseille, du procureur de Provence, et notamment au sein de la cour du Parlement de Provence, qui refusa d'enregistrer les lettres patentes y relatives. Mais un édit rendu le 23 juillet 1666, sur le rapport du ministre Colbert, vint casser l'arrêt du Parlement, et les lettres patentes royales furent alors enregistrées. L'exécution eut lieu en vertu d'une ordonnance rendue le 27 juin 1667, par le baron d'Oppède, premier président au Parlement de Provence, à Aix.

« Toutefois, ce monopole ne fut pas de longue durée; il portait en lui-même un germe de destruction. L'interruption du travail des anciennes fabriques, causée par le renchérissement excessif du savon et le délaissement des huiles de Languedoc et de Provence, que le sieur Rigat remplaçait par les similaires étrangers, sont les principaux considérants sur lesquels fut basé le retrait du privilége, que le sieur Rigat perdit par un arrêté du 10 octobre 1669. »

Ce furent des ouvriers de Rigat qui, se transportant de Toulon à Marseille, fondèrent la savonnerie dans cette ville. En 1670, il y avait déjà à Marseille trois fabriques de savon en activité.

Au monopole qui venait d'être détruit, succéda bientôt un autre fléau : la fraude. Quelques passages des représentations qui furent faites à ce sujet par la chambre de commerce, et l'édit royal du 5 octobre 1688, qui vint réglementer la fabrication du savon jusque dans ses moindres détails, permettront de juger à quel degré étaient alors portées les fraudes, dans la fabrication aussi bien que dans la vente du savon à Marseille.

« Le roi, ayant été informé que la mauvaise qualité des savons qu'on fabrique maintenant en Provence, en a considérablement diminué le débit, qui était très-grand; et que l'altération qu'on y fait pour le poids, et les défauts qui s'y rencontrent pour le peu de soins qu'on a de préparer les matières, a pu donner lieu aux étrangers d'attirer et d'établir cette manufacture chez eux, ce que Sa Majesté désirait empêcher, elle a résolu, pour remédier aux abus qui se sont introduits, de remettre cette fabrique dans sa perfection, et ordonne ce qui suit :

« Art. 1er. Les manufactures de savon, de quelque qualité qu'elles soient, cesseront entièrement pendant les mois de juin, juillet et août de chaque année, sous peine de confiscation du savon.

« Art. 2. Les huiles nouvelles ne pourront être employées à cette manufacture avant le 1er mai de chaque année, aussi à peine de confiscation de la marchandise.

« Art. 3. Il est défendu de se servir dans la fabrique du savon, avec les *barilles*, *soudes* ou *cendres*, d'aucune graisse, beurre ni autres matières, mais seulement des *huiles d'olive pures* sans mélange de graisse, à peine de confiscation.

« Art. 13. Les communautés des villes de la Provence où il y a des fabriques de savon nommeront

(1) *De la savonnerie marseillaise*, par M. Charles Roux fils (Jules Roux), mémoire lu à la *Société de statistique* de Marseille, brochure in-8°. Marseille, 1868, page 8.

tous les ans, deux des principaux négociants entendus dans cette matière, pour veiller dans lesdites villes et dans l'étendue de leur territoire, à l'entière exécution des articles ci-dessus; et, lorsqu'ils trouveront des fabricants ou des marchands qui y auront contrevenu, ils les dénonceront aux juges ordinaires pour être punis suivant l'exigence du cas. »

Comme le fait observer M. Charles Roux fils (Jules Roux) dans sa Notice sur la *Savonnerie marseillaise,* on trouve dans le dernier article de cet édit l'origine des *conseils de prud'hommes.*

Les prescriptions de cet édit ne furent pas longtemps observées. Les huiles d'olive furent mélangées d'huile de noix, de chènevis, de lin, de menthe, de colza et de poisson. On alla jusqu'à employer les lies de toutes ces huiles, le *flamverd* qui se trouve sur les chaudières des charcutiers, le suif et plusieurs autres graisses.

La défense absurde de faire du savon pendant les mois de juin, de juillet et d'août, ne fut pas respectée davantage. Un édit du 19 février 1754 vint même régulariser cette infraction, en permettant de fabriquer des savons pendant toute l'année. Cependant, d'après de nouvelles plaintes, on revint sur cette concession, et, le 28 février 1760, un autre arrêté ordonna la fermeture des usines pendant trois mois.

Un autre édit voulant empêcher les fraudes dont beaucoup d'industriels se rendaient coupables par les mélanges qu'ils opéraient, ordonna que chaque fabricant aurait à l'avenir sa marque particulière, dont un double serait déposé au greffe du juge des manufactures, dans les lieux où leur fabrique était établie. Tous les savons devaient être revêtus d'une marque, ce qui donnait le moyen de reconnaître les auteurs des falsifications ayant donné lieu à des plaintes.

Jusqu'à la révolution de 1789, il y eut encore diverses modifications dans les règlements. Tantôt le travail était permis pendant l'été, tantôt il était interdit. L'abolition définitive des maîtrises et des jurandes, en établissant la liberté de l'industrie française, fit disparaître tous ces règlements, qui d'ailleurs, on vient de le voir, avaient été impuissants à prévenir les fraudes.

Malgré ces entraves accidentelles, la savonnerie prit à Marseille une marche ascendante. D'après le chimiste Chaptal, elle atteignait, en 1789, une production de 30 millions de francs.

Ici finit la grande période de l'industrie savonnière de Marseille.

La liberté absolue, qui fut laissée aux savonniers, à partir de 1790, engendra de nombreux abus. En 1790, c'est-à-dire un an à peine après l'abolition des règlements sur la fabrication des savons, on voit paraître à Marseille un écrit d'un style très-vif, ayant pour titre : « *Doléances des blanchisseuses et lavandières, pour être adressées à messieurs les députés de Marseille aux États Généraux, et être annexées aux quatre cahiers et doléances des autres corporations.* »

Les fabricants de savon ne sont pas épargnés dans cet écrit. On les nomme des malfaiteurs qui vicient le savon par une augmentation frauduleuse de poids.

« Ce sont des âmes intéressées qui franchissent toutes les bornes de l'humanité, et ne craignent pas d'établir leur fortune sur le plus pur sang de la plus basse population... »

Si les termes de ce mémoire étaient d'une vivacité extrême, on doit pourtant reconnaître que les griefs invoqués étaient sérieux.

« Ces déloyaux fabricants de savon blanc, écrit l'auteur, incorporent dans le savon de 25 à 40 p. 100 d'augmentation du poids, au moyen de l'eau empreinte de quelques sels légers de soude, et enlèvent par ce moyen, au consommateur l'espérance du petit bénéfice qu'il pouvait attendre de son labeur, en ce qu'il ne trouve plus dans ce savon vicié l'usage qu'il lui eût procuré s'il eût été intact. »

Il y avait là un dommage évident. Le con-

sommateur payait *une livre* de savon, « et il n'en recevait que *trois quarts* et souvent moins. »

Nous aurons, hélas ! à constater, dans la suite de cette Notice, qu'il en est de même encore aujourd'hui, pour certains savons qu'une concurrence déloyale fait accepter aux consommateurs, en leur offrant l'appât d'un bon marché illusoire. Nous pouvons dire, par anticipation, que la fraude, profitant des progrès de la chimie, en est arrivée, de nos jours, à faire vendre des savons qui contiennent *soixante-quinze pour cent* d'eau!

Les plaintes étant devenues de plus en plus nombreuses, la municipalité de Marseille demanda, par une adresse qui fut présentée en 1791 à l'Assemblée législative, la répression des fraudes dans la fabrication des savons. On ne voit pas néanmoins qu'aucune mesure administrative ait été la suite de cette adresse à l'Assemblée législative.

Ce n'est qu'en 1816, que fut établi à Marseille, sur la réclamation de la chambre du commerce, le *Conseil des prud'hommes*, dont l'institution était en germe, comme nous l'avons dit, dans l'article 13 de l'édit de 1688.

C'est ici le lieu de parler du régime économique, c'est-à-dire de la législation qui fut appliquée aux savons, en France, depuis la naissance de cette industrie.

Sous l'ancien régime (1644), les savons étrangers (d'Alicante, de Carthagène, de Venise, de Gaëte) payaient, à l'entrée, un droit fixe de 3 livres 10 sous par quintal, droit qui fut doublé (7 livres par quintal) par les tarifs de 1667 et 1718. A cette occasion, et d'après l'article 7 de leurs statuts, les teinturiers en soie, laine et fil, ne pouvaient employer que du savon d'Alicante ou de Gênes. Mais nous lisons dans le *Dictionnaire du commerce et de l'industrie*, de Savary : « Ces savons ne sont point différents de ceux de Marseille et de Toulon, n'étant qu'un nom qu'on leur donne pour les faire mieux valoir. » Ce qui signifie que les droits dont étaient frappés les savons étrangers, avaient pour principal résultat de favoriser la fraude, qui consistait à faire passer pour savons d'origine étrangère les savons de fabrication française.

De 7 francs le quintal sur les savons étrangers, le droit fut élevé à 9 francs, par l'Assemblée nationale, en 1791. En 1803, ce droit fut porté, par un arrêté du Conseil, à 2 francs par 5 myriagrammes, c'est-à-dire à 24 francs par quintal métrique.

Pour compléter l'historique des mesures administratives qui concernent le savon, nous devons encore rappeler que, le 18 septembre 1811, Napoléon, revenant avec juste raison aux prescriptions de Louis XIV, rendit un décret qui imposait aux fabricants une marque particulière pour chaque sorte de savon. Ces marques devaient porter en toutes lettres et en gros caractères, les mots *huile d'olive*, *huile de graines*, ou *de suif*, selon leur composition. A la suite de cette marque, le fabricant devait indiquer son nom et celui de la localité où se faisait la fabrication, afin que l'on pût poursuivre les auteurs des fraudes, s'il en était constaté.

Plus tard (en décembre 1812), un nouveau décret maintient les dispositions qui précèdent, mais accorde, en plus, une marque particulière à la ville de Marseille, « marque présentant un pentagone, dans le milieu duquel sont, en lettres rentrées, les mots *huile d'olive*, et à la suite le nom du fabricant et celui de la ville de Marseille. » Cette marque était interdite aux fabricants des autres villes, sous peine d'amende et de confiscation. Les fabricants marseillais eux-mêmes ne pouvaient s'en servir que pour le savon d'huile d'olive.

Aujourd'hui encore les fabricants de Marseille qui se respectent, ont conservé l'usage de la marque, qui ne s'applique plus exclusivement sur les savons d'huile d'o-

live, mais aussi sur les produits *loyaux*, c'est-à-dire sur le savon composé d'un mélange d'huile d'olive et d'huile de graines. Mais le nombre des fabricants de Marseille qui tiennent à honneur de conserver cette marque va toujours en diminuant.

Fidèle à son système de prohibition, Napoléon Ier avait interdit, en 1810, l'entrée en France, non-seulement des savons étrangers, mais encore des soudes qui étaient nécessaires à la fabrication du savon.

Cette prohibition pouvait être un coup mortel pour l'industrie marseillaise. Au fond, elle était inutile, car les guerres de la Révolution et celles qui suivirent avaient interrompu les relations commerciales avec les pays qui fournissaient des savons étrangers, ainsi que des soudes naturelles.

Marseille aurait pourtant vu péricliter ses usines par l'insuffisance des soudes, si une grande révolution industrielle ne se fût accomplie à cette époque. Nous voulons parler de la substitution de la soude artificielle à la soude naturelle, d'après le procédé Leblanc. Nous donnerons tous les détails nécessaires sur la grande découverte de la soude factice dans la Notice qui suivra celle-ci, et qui sera consacrée à l'*industrie des soudes et des potasses*. Bornons-nous, pour le moment, à dire que Marseille recueillit promptement les fruits de cette découverte fondamentale, et que bientôt la fabrication du savon eut pour accessoire obligé la fabrication de la soude artificielle.

L'emploi de la soude artificielle permit, ou pour parler plus exactement, nécessita l'introduction dans les savonneries des huiles de graines, telles que l'huile d'œillette, pour éviter la production de savons trop durs. L'emploi de cette huile, et plus tard de celle de graines d'arachide et de sésame, permit d'abaisser le prix du savon, tout en conservant une fabrication loyale, et en favorisant sur une vaste échelle les intérêts agricoles.

Nous n'en dirons pas autant de l'introduction dans la fabrication du savon des huiles de palme, de colza, de coton, de lin, de coco, etc., dont l'emploi, très-souvent abusif, a donné lieu à des fraudes que l'on dissimule avec plus ou moins d'habileté, mais qui sont une perte pour le consommateur et nuisent à l'industrie elle-même. Voici ce que dit à ce sujet M. Wolowski, le rapporteur de l'Exposition internationale de 1867, que nous avons déjà eu l'occasion de citer :

« On n'admettra pas comme amélioration l'emploi de l'huile de coco pour les savons dits *à froid*, laquelle, au lieu de ne supporter comme les huiles, les suifs et les graisses, que 28 à 35 p. 100 d'eau, peut en supporter jusqu'à *soixante-dix pour cent*, et permet ainsi d'y ajouter tous les mélanges (talc, sulfate de baryte, fécule, etc.), pour tromper indignement le consommateur. »

M. Foucart, auteur d'un rapport sur *les savons et l'industrie savonnière*, à l'Exposition internationale de 1867, s'exprime ainsi :

« Les corps ne sauraient produire aujourd'hui, ni plus ni autrement que par le passé, et nul ne prétendra que les additions, dont on surchage si fréquemment les savons, soient un perfectionnement. Chercher à retenir de l'eau salée dans la pâte, à y introduire du talc, du sulfate de baryte, des terres argileuses ou ocreuses, des fécules de toutes sortes pour augmenter le poids, ou pour obtenir un bon marché fallacieux, c'est de la tromperie et non de l'industrie, et l'on a déjà bien des fois manifesté le regret que de semblables opérations restassent impunies. »

Depuis le commencement de notre siècle jusqu'en 1830, Marseille posséda, on peut le dire, le monopole de la fabrication des savons. La situation de son port, qui la mettait en communication avec les pays de l'Orient producteurs d'huile, le voisinage de l'Italie, et d'un autre côté notre propre territoire, qui lui fournissait abondamment les huiles, enfin la soude factice qui se fabriquait sur ses plages en quantités immenses, lui donnaient en partage tous les éléments de cette

industrie. A cette époque la cité phocéenne ne comptait pas de rivale en Europe pour la savonnerie, et c'était à juste titre que les faveurs administratives et gouvernementales étaient prodiguées à cette industrie vraiment nationale.

M. Reybaud, dans un article publié dans le *Journal des Débats*, à propos de l'Exposition universelle de 1867, raconte à ce sujet une anecdote assez piquante, que nous ne pouvons résister au désir de citer en passant.

« C'était en 1814, dit M. Reybaud, à la première rentrée des Bourbons. Le comte d'Artois venait d'arriver à Marseille, et y avait trouvé l'accueil le plus enthousiaste et le plus bruyant. On le promenait de fête en fête au milieu des acclamations de la foule et des harangues de l'autorité. Au nombre des curiosités locales et comme preuve d'intérêt vis-à-vis d'une grande industrie, il avait été décidé que S. A. R. honorerait de sa visite une de nos principales fabriques de savon. C'était, il m'en souvient, celle de M. Payen, située sur les hauteurs de la vieille ville, et qui avait été improvisée et décorée pour la circonstance. Les ouvriers y étaient à leur poste, en habit de travail, les contre-maîtres aussi; on devait donner au prince le spectacle d'une fabrication en miniature. Elle eut lieu en effet, et qu'en sortit-il? Un buste de Louis XVIII en savon, d'une blancheur transparente, et sur le socle duquel on pouvait lire cette inscription :

Il efface toutes les taches.

« L'hommage fut apprécié comme il devait l'être, l'allusion aussi...

« Qu'est devenu le buste, et à qui a-t-il servi? je l'ignore. Tout ce que je sais, c'est que la maison Payen, aujourd'hui Coust de Payen, est restée à la tête de cette industrie et porte dignement un nom honorable et honoré. »

C'est vers 1830 que la suprématie industrielle de Marseille dans l'art de la savonnerie, commença d'être sérieusement ébranlée.

Nous avons raconté dans les *Merveilles de la science*, l'histoire de la découverte de la bougie stéarique. Nous avons dit que cette industrie prit naissance en France, vers 1830, à la suite des travaux de Braconnot, de Gay-Lussac et de Chevreul. A partir de cette époque, l'acide oléique, c'est-à-dire la partie liquide du suif qui forme le résidu du traitement des suifs, après l'extraction de l'acide stéarique, vint offrir à l'industrie savonnière une nouvelle *matière première*, qui est devenue la base d'une fabrication immense. Nous aurons l'occasion de traiter de la fabrication des savons à l'acide oléique dans le courant de cette Notice, mais, en attendant, l'ordre chronologique nous amène à parler des savonneries à l'acide oléique, qui ont été établies depuis 1840 environ, sur divers points du territoire français, et ensuite chez toutes les nations industrielles.

Si, jusqu'au commencement de notre siècle Marseille était demeurée en possession du monopole de la fabrication du savon, les progrès de la chimie, en permettant d'augmenter le nombre des matières premières saponifiables, lui créèrent de nombreux émules à Paris, à Lyon, à Nantes, à Bordeaux, à Orléans. Les essais avaient d'abord été timides et peu encourageants pour ces industries nouvelles. L'infériorité des produits, lorsqu'on les comparait à ceux de Marseille, semblait devoir assurer à cette ville la continuation de son monopole. Mais les procédés de fabrication s'améliorèrent graduellement, et bientôt, l'on put enlever aux savons d'acide oléique l'odeur désagréable qui les caractérisait.

Cette difficulté une fois vaincue, la fabrication prit de plus grandes proportions. Les savons d'acide oléique que l'on commença de produire à Saint-Ouen, pouvaient lutter sans trop de désavantages, pour la consistance, l'odeur et la marbrure, avec ceux de Marseille. En même temps, les usines du Nord commencèrent à produire des savons de ménage et industriels, blancs, gris, jaunes et de couleurs variées, à base de suif, d'huile d'olive, de palme, etc., ainsi que des savons bruns à base de résine.

L'introduction de l'acide oléique dans les savons a donc beaucoup contribué au déve-



Fig. 276. — Vue générale du port de Marseille.

loppement que la savonnerie prit dans le nord de la France. La fabrique de Paris ayant eu ensuite la bonne idée de s'adonner à la production des savons élégants (savons de toilette) acquit bientôt une suprématie que Marseille a vainement tenté de lui disputer.

Ceci nous amène à parler de l'esprit de rivalité qui règne entre Marseille et les savonneries du Nord. C'est à propos des grandes expositions que cette rivalité s'est fait jour. Pendant longtemps Marseille s'était endormie sur ses succès. Son industrie savonnière faisait sa gloire, et personne ne songeait à la lui disputer. Les grandes expositions vinrent la troubler dans sa quiétude. Aux produits autrefois imparfaits que fabriquaient les usines du Nord, on vit succéder des savons qui rivalisaient avec ceux de Marseille, et dont quelques-uns les dépassaient sous le rapport de l'élégance de l'enveloppe et du paquetage, en un mot par ce bon goût qui, à mérite égal, assure toujours la préférence aux articles de l'industrie parisienne.

La savonnerie marseillaise fut surprise par cette concurrence inattendue et qu'elle n'avait jamais crue possible; mais elle eut le mérite de n'y voir qu'un motif d'élever son industrie à la hauteur des progrès de l'art et de la science modernes. Toutes les améliorations que comporte la savonnerie furent, à partir de la concurrence des usines du Nord, appliquées dans la plupart des

usines marseillaises. Substitution de la vapeur au chauffage à feu nu ; réduction considérable de la main-d'œuvre, par l'emploi des ressources qu'offre la mécanique ; essais de tous les corps gras industriels connus dans les deux mondes, etc.; tout cela fut l'œuvre des savonniers marseillais, excités par la concurrence de Paris et du Nord.

C'est donc avec peine que nous avons vu dans plusieurs ouvrages récents, entre autres dans les *Grandes Usines* de M. Turgan, les fabricants marseillais représentés comme amis de la routine, rebelles au progrès industriel et se confinant dans leur vieux système de fabrication (1). La vérité est que ces manufacturiers, fort au courant des progrès de l'industrie, n'ont laissé échapper aucune occasion de suivre et de s'approprier les innovations utiles. S'ils restent encore de nos jours fidèles au *procédé marseillais*, dit à la *grande chaudière*, qui remonte au temps de Louis XIV, c'est que ce procédé fut établi dès l'origine sur des bases si rationnelles et tellement complètes, qu'on n'a jamais pu en modifier le fond sans dénaturer le produit, et qu'en outre, ce procédé est le seul qui assure la loyauté de ce même produit, la *marbrure* étant, comme nous le verrons plus loin, une sorte de marque de bonne fabrication, une preuve écrite que le savon ne renferme que la quantité d'eau requise, et que le consommateur n'achète point de l'eau pour du savon.

Si les fabricants marseillais font tous leurs efforts pour maintenir dans sa pureté le véritable type du *savon marbré* ou *savon de Marseille*, ce n'est pas, comme on le leur a reproché dans plus d'un ouvrage, dans plus d'un rapport aux Expositions nationales, parce qu'ils se complaisent dans la routine, et qu'ils résistent au progrès. Ils ont expérimenté tous les systèmes nouveaux, ils ont su s'en rendre compte, car leur intérêt leur dictait cet examen. S'ils persévèrent dans leur vieux procédé, c'est que leurs propres expériences leur en ont démontré la valeur, c'est que leurs pères leur en ont transmis la tradition, en leur recommandant de la respecter. Ils préfèrent continuer un système de fabrication honorable, mais dont les bénéfices sont restreints, que d'adopter des procédés dont la fraude, à divers degrés, est, comme nous le verrons bientôt, la base principale ; car on peut, avec certains corps gras, comme l'huile de coco, introduire dans un savon des quantités d'eau énormes, qui en font un produit frelaté, indigne d'une industrie qui se respecte. A ce point de vue, il est injuste de prétendre avec M. Turgan, avec M. Forcade (1), que les fabricants marseillais résistent au progrès. On ne saurait honorer de ce nom une innovation industrielle qui ne s'exercerait qu'au détriment de la qualité du produit et aux dépens de l'acheteur.

Cette bonne qualité, cette loyauté du produit, importe d'autant plus que, dans l'approvisionnement de la France, Marseille compte encore aujourd'hui pour la moitié environ, et qu'elle figure pour les deux tiers dans le total de notre exportation.

Par sa position géographique, Marseille conservera toujours la suprématie en ce qui concerne les savons dont l'huile d'olive ou de sésame constitue la base principale. Tandis que les savonniers de l'intérieur ne peuvent se procurer les matières premières, c'est-à-dire les huiles et les graines oléagineuses, qu'avec une grande augmentation dans les frais de transport, les fabricants de Marseille les ont constamment sous la main.

(1) « Au milieu de ce mouvement marseillais si puissant et si décisif, l'industrie savonnière semble au contraire, sinon s'éteindre, du moins s'étioler. Il y a pour cela des causes accidentelles, mais la principale et la plus grave est une sorte d'entêtement des fabricants à ne pas vouloir suivre les progrès de la science moderne, à ne pas vouloir comprendre qu'à côté des chemins de fer, les diligences, même parfaitement établies et consciencieusement menées, [illegible] » (Turgan, *Grandes Usines*, t. II, p. 82, *la Savonnerie Arnavon*.)

(1) *Rapport du jury de l'exposition internationale de* 1867.

Il en est de même pour la soude. Un grand nombre de fabriques de soude factice existent à Marseille ou dans les environs. Les fabricants de savon peuvent donc se procurer, dans d'excellentes conditions, cette matière qui entre pour une si large part dans les opérations des savonneries.

CHAPITRE III

COUP D'ŒIL SUR L'ÉTAT ACTUEL DE L'INDUSTRIE DU SAVON EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER.

Quelques chiffres que nous allons rapporter donneront une idée exacte de l'état présent de l'industrie du savon chez les nations manufacturières.

Nous rappellerons d'abord un passage, qui a été souvent cité, des *Lettres sur la Chimie* de M. Liebig :

« La quantité de savon que consomme une nation, dit M. Liebig, pourrait presque servir de mesure pour apprécier le degré de richesse et de civilisation auquel elle est parvenue. Entre deux nations également peuplées, la plus riche et la plus civilisée sera celle qui consommera le plus de savon. Il ne s'agit pas ici de fantaisie, mais de propreté, et ce sentiment se rattache à celui de la civilisation elle-même. Au Moyen âge les seigneurs qui conciliaient l'absence de toute propreté dans leurs personnes et leurs vêtements avec la profusion de riches parfums et d'odorantes essences, étaient plus luxueux que nous ne le sommes pour le manger et pour le boire, pour les ajustements et pour les chevaux; mais combien est grande la différence entre leur époque et la nôtre, si nous regardons l'absence de la propreté comme un signe de dégradation et de misère ! »

Nous avons vu qu'en 1660, on comptait à Marseille 7 fabriques de savon. On manque de détails sur les cent quinze années qui suivirent, mais nous avons des renseignements exacts sur la savonnerie marseillaise, qui remontent à 1775.

M. Wolowski s'exprime ainsi, dans son rapport à la commission française du jury international de l'Exposition de Londres de 1855.

« D'après F. Baudouin, savonnier qui exerçait à Marseille, on peut évaluer la production marseillaise, en 1775, en tenant compte de la différence des prix des matières premières, comparés aux nôtres, et de l'absence des droits, à 25 millions de francs. On évaluait alors la production totale du savon en France à 40 millions, et l'exportation pour l'étranger à 8 millions.

« En 1789, quoique Marseille fût en possession de fournir presque tout le savon qui se consommait en France, les produits de cette fabrication, a Marseille et dans le Midi, n'étaient plus évalués qu'à 30 millions.

« D'après un mémoire déposé aux archives du Ministère des affaires étrangères, la production de Marseille était alors de 725,000 quintaux table (295,000 quintaux métriques), et le prix moyen de 33 francs le quintal table (79 francs les 100 kilog.), ce qui représentait une valeur de 23 millions de francs.

« Il ne faut pas oublier la différence du prix des matières premières, celles-ci ne payant alors qu'un droit très-léger.

« L'exportation était de 3,160,379 kilog. dont :

Pour l'Europe, le Levant o les États-Unis.	1,412,110	kilogr.
Pour l'Amérique et les Antilles françaises.	1,576,647	—
Pour l'Afrique.	7,700	—
Pour les Indes, l'Ile-de-France et Bourbon.	163,922	—

« En 1811, à l'époque qui suivit le décret de prohibition, la fabrication n'avait pas dépassé les chiffres de 1789, elle ne put prendre un essor plus grand qu'à l'aide de nouveaux aliments, que la soude artificielle lui permit de joindre à la base d'huile d'olive.

« En 1814, le nombre des savonneries marseillaises était de 71, composées de 330 chaudières, et l'on comptait autant de fabricants que de fabriques.

« En 1820, le nombre de ces dernières était de 88, elles contenaient 420 chaudières grandes ou petites.

« Cependant le nombre d'ouvriers n'avait point augmenté, soit parce que toutes ces fabriques n'étaient pas à la fois en activité, soit parce que l'état de perfection auquel cette fabrication était parvenue, surtout depuis la découverte de Leblanc, en avait simplifié les procédés et diminué les frais ainsi que la main-d'œuvre, tout en doublant les produits.

« Un rapport fait à la chambre de commerce en 1829, établit la statistique de cette industrie à Marseille, comme il suit :

« 43 fabriques en activité, exploitées par 32 fabricants, contiennent 208 chaudières de 100 à 110 quin-

taux métriques chacune; elles consomment annuellement :

260,000	hectolitres huile d'olive, d'œillette, de noix (1).	
170,000	quintaux métriques, soudes factices douces.	
32,000	—	soudes salées.
96,000	—	houilles.
55,000	—	chaux.
1,200	—	plâtre (2).

Produit :

400,000 quintaux métriques savon, dont 36,173 quintaux métriques ont été exportés, en 1828, à l'étranger, savoir :

Suisse, Italie, Allemagne........	12,316	qq. métr.
Portugal, Espagne, Colonies.....	4,299	—
Angleterre.....................	1,209	—
États du Nord, Hollande, Suède, Russie.........................	5,155	—
Colonies françaises.............	9,660	—
Possessions étrangères dans les Indes........................	1,976	—
États-Unis d'Amérique..........	1,525	—
Levant........................	24	—

« Ce chiffre diffère peu de celui de 1789.

« La fabrication employait 700 ouvriers directement; elle procurait en outre un travail continu à une multitude d'autres ouvriers et artisans, tels que caissiers, emballeurs, charretiers, portefaix, mineurs, chaufourniers, chaudronniers, maçons, forgerons, etc.

« On peut évaluer à 2 millions et demi le déboursé des sommes que la fabrication de savon versait alors annuellement sur la place de Marseille en payement des mains-d'œuvre et fournitures faites par les diverses branches d'industrie précitées, les seuls frais de caissage s'élevant à 600,000 francs et ceux d'emballage à 320,000 francs.

« En 1842, la savonnerie alimentait 48 usines à Marseille. Enfin, d'après une statistique faite en 1858, ce nombre a successivement été réduit à 40, représentant une valeur immobilière de 6 millions.

« Ces fabriques, qui occupent directement 700 ouvriers, produisent annuellement de 400 à 550,000 quintaux métriques de savon, qui, à 80 francs les 100 kilog., forment un total de 32 à 44 millions.

« Les renseignements les plus récents donnent les chiffres suivants, bien rapprochés de ceux-ci :

428,000,600 kil.	de savon bleu pâle marbré;
2,400,000	de savon blanc;
4,800,000	de savon blanc de qualité inférieure. »

(1) La consommation de ces deux dernières qualités a été de 13,000 à 56,000 hectolitres par an, suivant le prix qu'elles ont valu.

(2) Cette matière n'entre pas dans la composition du savon, les ouvriers s'en frottent les mains pour pouvoir se servir des ustensiles que les matières savonneuses rendent très-glissants.

Un relevé statistique publié en 1865, c'est-à-dire dix ans après le rapport de M. Wolowski, donne les chiffres suivants :

« L'industrie des savons a été une des causes principales de la grandeur et de la prospérité de Marseille; elle a engendré les perfectionnements dans l'industrie des produits chimiques et dans l'industrie mécanique de l'huilerie.

« Ces trois grandes fabrications alimentent la population ouvrière et la marine marseillaise et mettent en œuvre les quantités suivantes des matières premières :

Graines oléagineuses.........	1,200,000	qq. métr.
Huile d'olive ou de ressences.	150,000	—
Soufre brut................	250,000	—
Soude factice..............	425,000	—
Nitrate de soude...........	29,700	—
Sel marin..................	105,000	—
Houille....................	200,000	—

« On compte à Marseille 62 usines à savon parfaitement outillées et en pleine activité.

« On admet en général un rendement de 150 kilog. de savon par hectolitre d'olive ou de graines mises en fabrication, soit 172 kilog. de savon pour 100 kilog. d'huile. »

En dehors de Marseille, il existe en France une quarantaine de fabriques de savon à l'acide oléique, qui sont presque toutes annexées aux fabriques de bougies stéariques. M. Léon Droux, qui a publié dans les *Annales du génie civil*, un travail sur la savonnerie, évalue leur production annuelle à environ 20 à 25 millions de kilogrammes, produisant, en savon, une valeur de 15 à 18 millions de francs.

Dans les départements du Nord et de l'Est, il existe une cinquantaine de fabriques de savon mou à base de potasse, dont la production annuelle peut être évaluée à 35 millions de kilogrammes, représentant une valeur de 20 millions de francs.

Nous n'avons pas de renseignements précis sur les savons d'huile de palme, de coco, de suif ou de graisses additionnées de talc. D'après M. Droux, cette fabrication alimenterait une quarantaine de petites usines, dont le produit s'élèverait annuellement à 6 ou 8 millions de kilogrammes représen-

tant une valeur de trois millions cinq cent mille francs.

Nous pouvons donc, sans tomber dans l'exagération, évaluer, comme nous l'avons fait au début de cette Notice, à *soixante-dix millions* la valeur des savons qui sortent annuellement des usines françaises. Il faut, pour obtenir cette quantité de produits manufacturés, *trente-six millions de kilogrammes* de matières grasses, et *cinquante millions de kilogrammes* de soude artificielle.

L'ensemble de la production anglaise a aujourd'hui à peu près la même importance que celle de la France. Les Anglais fabriquent plus spécialement des savons à base de suif, d'huile de palme, d'huile de coco, et surtout de résine.

La progression de l'Angleterre dans la fabrication du savon a été remarquable par sa rapidité. En 1801, on ne fabriquait dans le Royaume-Uni, que 53 millions de livres anglaises (1) de savon, ce qui donnait 4 livres 84 de savon consommé dans l'année par chaque habitant. En 1831 la production est de 103 millions de livres (consommation par habitant : 6 livres 33); en 1849, la production est de 197 millions de livres (consommation par habitant 9 livres 71); en 1852 enfin, la production s'élève à 224 millions de livres.

Il est à remarquer que dans tous ces chiffres il s'agit de savons *soumis aux droits* (car la fabrication du savon a été taxée en Angleterre jusqu'en 1853) et il y avait de nombreuses fabriques clandestines. Cet impôt sur le savon donnait au gouvernement un revenu net d'environ 30 millions de francs, et l'impôt payé annuellement de ce chef par chaque habitant, s'élevait, en moyenne, à 1 franc 52 par an. L'augmentation des revenus publics a permis en 1853 de renoncer à cette taxe, qui donnait lieu à des plaintes incessantes.

(1) La livre anglaise est de 453 grammes.

L'Autriche fabriquait annuellement jusqu'en 1866, près de 40,000 quintaux métriques de savon à base d'huile d'olive, de bonne qualité. Aujourd'hui cette production a diminué, par suite de la cession de Venise à l'Italie. C'est en effet à Venise et à Trieste que se trouvait le centre le plus important de cette fabrication. Par contre, la production des savons à base d'acide oléique a pris une plus grande importance en Autriche et dans le centre de l'Allemagne.

La Hollande est surtout réputée pour ses savons mous à base de potasse.

Nous n'avons pas de renseignements précis sur les produits des autres pays.

Les États-Unis sont arrivés à produire de grandes quantités de savons à très-bas prix; mais ils sont mal fabriqués et mélangés de tant de matières étrangères qu'ils ne peuvent aucunement entrer en parallèle avec les produits de l'Europe.

CHAPITRE IV

THÉORIE CHIMIQUE DE LA SAPONIFICATION. — CLASSIFICATION DES SAVONS.

Avant de décrire les procédés qui servent à la fabrication du savon, nous croyons devoir exposer l'idée que l'on doit concevoir du savon au point de vue théorique, et dire comment la chimie explique sa production au moyen des alcalis et des corps gras.

On a longtemps pensé que le savon était le résultat de l'union directe, intégrale, du corps gras avec l'alcali. Ce n'est que par les travaux des chimistes modernes qu'on a pu se rendre compte de la véritable nature de cette opération.

Berthollet, à l'exemple des anciens chimistes, considérait les savons comme ren-

fermant un alcali neutralisé par la matière grasse. Pelletier pensait que l'acide carbonique de l'air était l'agent de la solidification des huiles pendant leur saponification. D'autres chimistes, et notamment Fourcroy, attribuaient la saponification à l'oxydation des corps gras.

Pelletier, Darcet et Lelièvre, enfin le chimiste Colin, par des recherches spéciales, jetèrent n certain jour sur la nature intime des savons, mais sans parvenir à la dévoiler réellement. Ils distinguèrent bien les savons mous des savons durs, selon l'espèce d'alcali que renferment les savons; mais après leurs travaux, la théorie de la saponification restait tout entière à découvrir.

Ce fut M. Chevreul, qui, dans une série de mémoires remarquables, sut parfaitement analyser les phénomènes qui se produisent dans l'acte de la saponification, et fonder la théorie qui est aujourd'hui admise concernant la constitution des corps gras et la composition générale des savons.

MM. Braconnot, Bussy, Le Canu, Frémy, sont venus ensuite apporter de nouveaux faits, qui ont pleinement confirmé la théorie de M. Chevreul.

La découverte de la *glycérine* par Schèele, qui lui avait donné le nom de *principe doux des huiles*, est le seul fait essentiel qui eût précédé les travaux de M. Chevreul.

Ce chimiste commença par démontrer, contrairement à ce que l'on admettait avant lui, que l'oxygène de l'air ne joue aucun rôle dans la saponification.

Pour établir ce fait, M. Chevreul introduisit dans une cloche de 5 décilitres de capacité, contenant du mercure, environ 150 grammes de graisse, qui avait été tenue pendant quelque temps en fusion, pour la purger d'air. Il renversa la cloche sur un bain de mercure, et fit ensuite passer dans cette cloche, environ 150 grammes d'eau bouillie et par conséquent purgée d'air. Enfin, on ajouta à ce mélange une solution, également bouillie, de potasse pure, contenant 30 grammes de cette substance.

L'appareil ayant été placé pendant trois jours entre deux fourneaux allumés, la graisse devint opaque, puis forma une masse gélatineuse, transparente. Quand l'opération fut terminée, M. Chevreul reconnut que la matière grasse, ainsi placée à l'abri de l'air, était saponifiée absolument de la même manière que la même graisse s'était saponifiée en présence de l'air. Dès lors, il ne fut plus possible d'admettre que l'air puisse jouer le moindre rôle dans l'acte de la saponification.

Voici comment on explique aujourd'hui la saponification, d'après les travaux de M. Chevreul.

Les huiles et les graisses végétales ou animales sont des mélanges, en proportions variables, de certaines substances, qui portent le nom d'*oléine*, de *stéarine*, de *margarine* et de *glycérine*. Ces dernières substances, au point de vue de leur constitution, semblent se rapprocher des *éthers composés*. On peut, en effet, considérer la stéarine, la margarine, l'oléine, etc., comme des combinaisons définies résultant de l'union d'acides ternaires avec une base organique, analogue à l'éther simple. Or, on sait que quand on fait agir un alcali puissant sur un éther composé, l'éther acétique par exemple, les éléments de cet éther composé se désunissent, l'acide se porte sur la base minérale, pour former un sel, tandis que l'éther mis en liberté, s'*hydrate*, c'est-à-dire fixe de l'eau, pour reproduire de l'alcool. M. Chevreul a prouvé que des phénomènes tout semblables apparaissent quand des alcalis agissent sur les corps gras neutres, sous l'influence de la chaleur. L'acide gras s'unit alors à la base minérale, et donne naissance à un *savon*, tandis que l'*éther glycérique*, mis en liberté, s'*hydrate* et se convertit en *glycérine*.

Au point de vue chimique la saponification est donc l'opération au moyen de laquelle on sépare les deux éléments organiques qui composent les corps gras neutres. La glycérine devient libre et reste dissoute dans l'eau, tandis que les acides stéarique, oléique ou margarique se combinent au corps gras et forment le savon. Le savon d'huile d'olive, par exemple, est un mélange de stéarate, de margarate et d'oléate de soude.

On classe généralement les savons en savons *durs* et en savons *mous*. Les savons durs sont à base de soude, les autres à base de potasse. Les plus estimés, parmi les savons durs, sont ceux qui se font avec l'huile d'olive. On a cependant remarqué qu'en général les savons d'huile d'olive et de soude sont cassants et s'émiettent lorsqu'on les coupe, tandis que l'adjonction d'huile de noix, d'arachide, de sésame, etc., donne des savons d'une consistance très-ferme; ils sont onctueux et très-détersifs. Ce mélange permet donc de réaliser de grandes économies dans la fabrication, sans nuire aucunement à la bonté du produit.

Les savons, durs ou à base de soude, sont d'autant plus durs que les matières grasses qui entrent dans leur composition sont plus riches en principes solides; mais ils diffèrent toujours entre eux par la consistance et par l'odeur, suivant la nature des huiles ou des matières grasses qui ont été employées à leur préparation.

Les savons mous, c'est-à-dire à base de potasse, peuvent subir le mélange de divers corps gras, tels que les huiles de chènevis, de lin, de colza, de navette, d'œillette, d'acide oléique et d'huile de palme, etc.

M. Chevreul s'est livré à quelques recherches pour connaître les causes qui font que les savons à base de soude sont toujours durs, tandis que ceux à base de potasse sont toujours mous. Il a reconnu que la potasse, en se combinant avec les acides stéarique, margarique et oléique, forme des stéarate, margarate et oléate de potasse, qui ne prennent jamais que la consistance d'une gelée plus ou moins épaisse dans leur contact avec l'eau, probablement à cause de l'affinité prédominante de la potasse pour ce liquide; tandis que les mêmes sels produits par la soude sont beaucoup moins solubles; et l'on remarque même que leur solubilité est d'autant moindre que le stéarate est plus abondant relativement à l'oléate.

Les savons mous sont ordinairement colorés en vert ou en noir. On leur communique ces couleurs soit au moyen de l'acide sulfurique, soit par un mélange de sulfate de protoxyde de fer, de noix de galles et de bois de campêche.

CHAPITRE V

DESCRIPTION DES PROCÉDÉS AUJOURD'HUI EN USAGE POUR LA FABRICATION DES SAVONS. — FABRICATION DU SAVON MARBRÉ DE MARSEILLE.

La fabrication des savons, en général, se compose d'une série d'opérations, qui peuvent être divisées en trois périodes :

1° La préparation d'une sorte d'émulsion, ou *empâtage*, qui constitue un commencement de saponification.

2° Le *relargage* de la pâte à demi émulsionnée. Cette opération a pour but de séparer de l'excès de lessive aqueuse l'émulsion formée par l'*empâtage*. On détermine la séparation en ajoutant à la masse empâtée une certaine quantité de sel marin, qui provoque immédiatement la précipitation de l'émulsion savonneuse en une seule masse solide.

3° La *saponification proprement dite*, ou *coction*, qui s'opère sous l'influence d'une chaleur prolongée, et qui achève l'entière et parfaite combinaison de la matière grasse avec l'alcali.

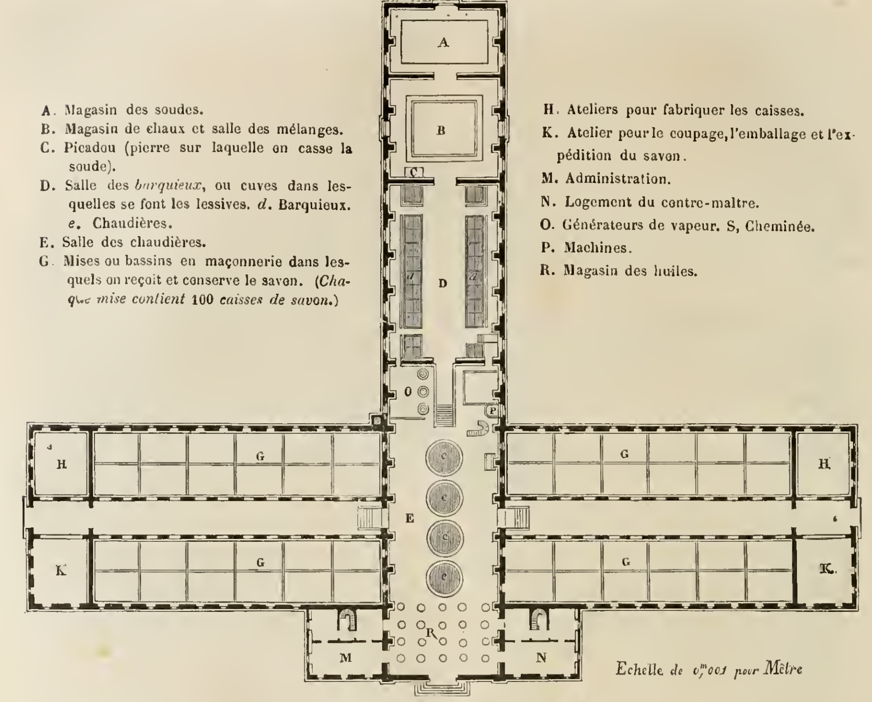


Fig. 277. — Plan général d'une savonnerie de Marseille.

Après ces opérations fondamentales, il faut signaler les opérations secondaires de la *marbrure* du savon, si l'on fabrique du savon marbré, puis du *coulage* de la masse, c'est-à-dire de la mise en formes du savon, enfin du *coupage* des tables de savon coulées et conservées dans les formes.

Nous avons à parcourir toutes ces opérations.

Le *savon marbré de Marseille* étant de beaucoup le produit le plus important de l'art du savonnier, c'est par ce produit que nous commencerons notre description.

Et pour que le lecteur puisse bien suivre toute la série des opérations qui s'exécutent dans une savonnerie, nous mettons dès moment sous ses yeux (*fig.* 277) le plan, relevé sur les lieux, de l'une des plus importantes fabriques de savon de Marseille. La légende qui accompagne ce plan donne la destination de chaque pièce ou atelier de l'usine.

FABRICATION DU SAVON MARBRÉ.

Pour fabriquer le savon marbré de Marseille, il faut exécuter les opérations suivantes :

1° Préparation des lessives;

2° Empâtage ;

3° Relargage, ou séparation de la masse empâtée ;

4° Épinage ;

5° Coction, ou saponification ;

6° Marbrure ;

7° Coulage ;

8° Coupage.



Fig. 278. — Salle des *barquieux* pour la préparation des lessives de soude, et coupe de la salle des *bassines* ou récipients des lessives, qui se trouve au-dessous.

PRÉPARATION DES LESSIVES.

Il faut, pour la fabrication du savon de Marseille, comme pour celle d'un savon quelconque, préparer d'avance deux sortes de lessive : les *lessives purement alcalines*, qui servent à opérer l'empâtage ou la demi-saponification, et la *lessive salée*, qui sert au *relargage*, ou à la séparation du savon formé par l'*empâtage*.

La première lessive provient exclusivement de la lixiviation par l'eau d'un mélange de chaux caustique et de carbonate de soude; la seconde, destinée au *relargage*, opération que nous décrirons plus loin, est une simple dissolution de sel marin.

Les lixiviations s'opèrent dans des bassins nommés *barquieux*.

Les lessives alcalines se préparent en prenant un mélange de 1,000 kilogrammes de soude artificielle (marquant 34 à 38° alcalimétriques) avec 200 kilogrammes de chaux nouvellement calcinée. La chaux, en se dissolvant en partie dans l'eau, transforme le carbonate de soude de la soude brute, en

soude caustique, en laissant déposer du carbonate de chaux, lequel reste mêlé aux autres substances insolubles.

La soude artificielle est livrée aux savonniers en blocs d'une trentaine de kilogrammes. Les ouvriers la placent sur une table de pierre, nommée *picadou*, que l'on voit figurée sur le plan de la savonnerie, placé page 416.

La soude brute, dont nous décrirons avec tout le soin nécessaire la fabrication, dans la Notice qui suivra celle-ci, a un aspect gris foncé et présente à peu près la composition suivante :

Partie soluble	Soude caustique	5
	Carbonate de soude	28
	Sulfure de sodium	0,5
	Chlorure de sodium	2
	Sulfate de soude	2,5
Partie insoluble	Oxysulfure de calcium	35
	Carbonate de chaux	16
	Sulfure de fer	2
	Silicate de soude	5
	Charbon	4
		100,0

Voici l'analyse exacte d'un autre échantillon de soude brute. Cette analyse a été faite dans une des plus importantes savonneries de Marseille, sur les soudes qui servent à sa fabrication.

(Titre alcalimétrique 35°,5)

Partie soluble.	
Soude caustique	3,48
Carbonate de soude	32,42
Sulfure de sodium	0,20
Chlorure de sodium	6
Sulfate, sulfite, hyposulfite de soude	1,85
Eau	0,50
Partie insoluble.	
Oxysulfure de calcium	3,405
Carbonate de chaux	1,322
Sulfure de fer	1,73
Silicate insoluble	4,50
Charbon	2,05
	100,00

On commence, comme nous venons de le dire, par concasser les blocs de soude sur une pierre de granit (*picadou*) au moyen de pilons. Les fragments obtenus ne doivent pas être plus petits qu'une noisette ni plus grands qu'une balle ordinaire. Trop petits, ils rendraient difficile la lixiviation ; trop grands, ils laisseraient écouler trop rapidement les liquides par les interstices et empêcheraient la pénétration de la soude.

Quand la soude est bien concassée, on arrose la chaux avec une petite quantité d'eau. Si la chaux est bonne, elle ne tarde pas à s'échauffer et se délite. On la mélange alors, au moyen d'une pelle, dans la proportion d'un quart ou d'un tiers avec deux tiers ou trois quarts de soude concassée.

On met ensuite ce mélange de chaux et de soude brute dans des cuves en tôle que l'on nomme *barquieux*. Chaque filtre possède un double fond percé de trous. On recouvre ce double fond d'une couche de paille, qui retient le mélange et laisse filtrer les lessives. Le mélange ne doit occuper que les quatre cinquièmes de la capacité du barquieux ; on remplit le reste d'eau, qui descend lentement, en imbibant la matière. On ajoute de l'eau jusqu'à ce que la masse ne puisse plus en absorber.

Au bout de vingt-quatre heures, la chaux du mélange a transformé le carbonate de soude en soude caustique. On ouvre le robinet placé à la partie inférieure du filtre. Le liquide, traversant la paille, s'écoule chargé de soude caustique. Il rend environ 60 pour 100 de l'eau employée. On détermine la force de cette *première lessive* à l'aide d'un aréomètre pour les sels. Elle doit marquer 18 à 25° au pèse-sel. On la conserve dans un vase séparé.

Le résidu restant dans le *barquieu* est traité par une nouvelle quantité d'eau égale à la première, puis par une troisième quantité d'eau. On obtient ainsi deux autres lessives, l'une marquant 10 à 15° au pèse-sel, la troisième 4 à 6°. Ces lessives sont reçues, comme la première, dans des citernes séparées. Le mélange par parties égales de

certaines lessives, donne le degré nécessaire pour l'empâtage des huiles.

Le résidu de la soude est épuisé par de l'eau pure; et la lessive faible qui provient de ce dernier lavage sert à dissoudre une nouvelle quantité de soude neuve, etc.

Pendant ce dernier lessivage, on a soin de tenir ouverts les robinets des filtres, ce qui a pour effet de dessécher le *magma* de soude, en laissant écouler l'eau. Après quelques jours, on divise la masse à coups de pelle ou de pioche, et on obtient ainsi la désagrégation des parties de soude qui n'ont été qu'imparfaitement atteintes par les lessivages antérieurs.

La figure 278 (page 417), montre à la fois la *salle des barquieux*, où se font les lessives, et la *salle des bassines*, placée au-dessous et où sont conservées ces mêmes lessives, pour être bientôt dirigées dans les chaudières. Ce dessin a été pris dans une des plus importantes savonneries de Marseille.

Nous donnons ensuite (fig. 279 à 282), une vue exacte d'un *barquieu* sur ses faces latérale, longitudinale, et enfin en plan. La légende qui accompagne cette figure en explique les différentes parties. Par la disposition de chaque barquieu, l'eau, après avoir séjourné dans ce réservoir, passe, au moyen d'un robinet H, dans la salle des *bassines*, qui se trouve au-dessous de la salle des *barquieux*, et va remplir les réservoirs de lessives.

Le degré de densité des lessives, dépend de la nature des matières grasses ou des huiles qu'on veut saponifier, et du plus ou moins de consistance qu'on veut donner au savon.

EMPATAGE.

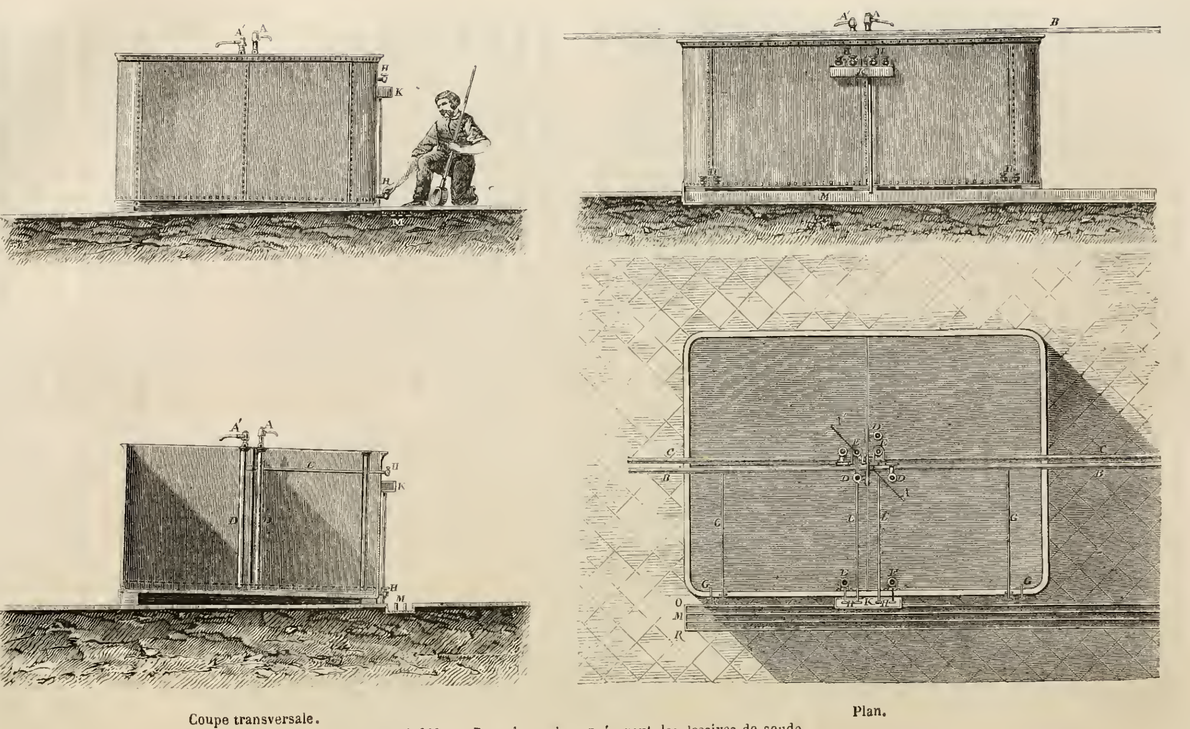
On ne saurait, dans la pratique, opérer la saponification en mettant d'emblée la matière grasse en contact avec la solution de l'alcali caustique. Ce moyen, qui suffit dans un laboratoire de chimie, ne s'appliquerait pas sans de sérieux inconvénients à la fabrication industrielle. La saponification ne peut bien se produire en grand qu'autant que les premières lessives employées sont étendues de beaucoup d'eau. Si cette opération était omise, le mélange du corps gras et de l'alcali ne se ferait pas facilement, et il faudrait un temps trop considérable pour opérer l'entière combinaison de l'alcali et des corps gras. Cette lenteur tient à la grande différence de densité qui existe entre les deux liquides, différence qui est encore augmentée par la chaleur. L'empâtage a pour but de remédier à cet inconvénient.

Cette opération consiste, en effet, à former une *émulsion*, c'est-à-dire un commencement de combinaison entre l'huile et l'alcali, au moyen de lessives, dont la densité ne dépasse pas 11°, et de préparer ainsi la masse à recevoir l'action de lessives très-fortes qui parachèveront la saponification.

L'empâtage, le premier degré d'union des huiles ou des matières grasses avec la lessive, est l'une des opérations les plus importantes de la fabrication. Voici comment on y procède.

Dans de grandes chaudières qui peuvent contenir 12,000 kilogrammes de savon fabriqué, on verse un mélange de trois lessives caustiques préparées d'avance dans ce but, et qui marquent, en moyenne, 23°, 12° et 15° alcalimétriques, ce qui donne un titre de 8° à 10°.

Les chaudières des savonneries de Marseille que nous représentons avec détail dans les figures 283 et 284, sont construites en maçonnerie, et ne diffèrent en rien aujourd'hui, par leur mode de construction, de ce qu'elles étaient du temps de Colbert. Ce sont le raisonnement et l'expérience qui ont fait persévérer les fabricants de Marseille dans cet ancien mode de construction. La tempéra-



Coupe transversale. — Plan.

Fig. 279 à 282. — Barquieux où se préparent les lessives de soude.

A'. Robinet versant l'eau sur les barquieux.
A. — — les lessives dans les barquieux.
B. Tuyau amenant dans les cuves les anciennes lessives en réserve dans les bassins.
C. Tuyau d'eau.
D. Tuyau pour le siphonage.
E. Tuyau pour l'écoulement des cuves par le siphonage.
G. Tuyaux pour l'écoulement par le bas.
H. Robinet pour l'écoulement.
K. Caisse en tôle recevant les lessives.
M. Rigoles conduisant les lessives dans les bassins placés sous les barquieux à l'étage inférieur.

Face longitudinale. — Face latérale.

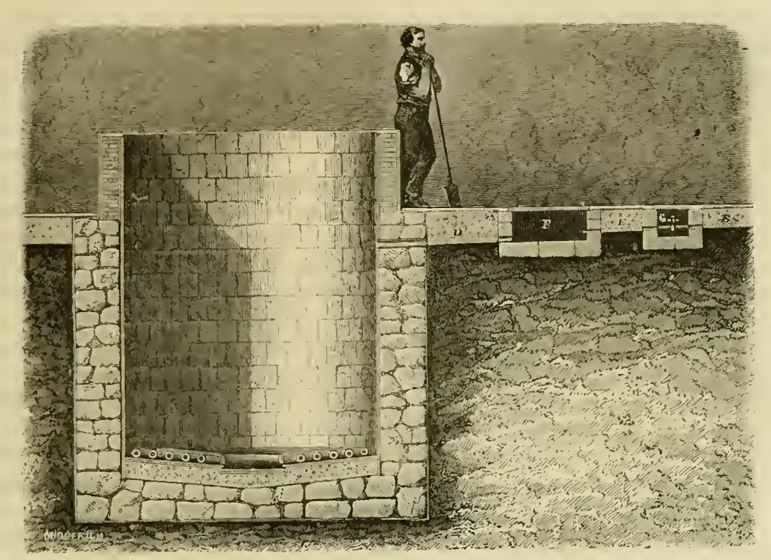


Fig. 283. — Coupe de la chaudière en maçonnerie chauffée par la vapeur, qui est en usage dans les fabriques de Marseille, pour l'empâtage et la coction du savon.

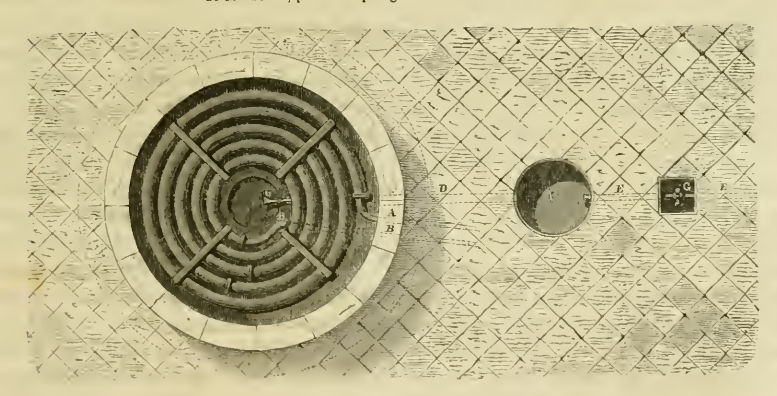


Fig. 284. — Plan de la chaudière et du serpentin pour le chauffage par la vapeur.

A. Arrivée de la vapeur dans le serpentin.
B. Retour de la vapeur.
C. Matras servant à fermer le tuyau d'écoulement des lessives.
D. Conduit amenant les huiles et les lessives dans la chaudière.
E. Tuyau des lessives.
F. Trou circulaire pratiqué dans le sol et qui reçoit les huiles directement versées des barriques.
G. Robinet du tuyau des lessives.

ture joue un rôle important dans la fabrication des savons. Au moment de la *levée* de la *cuite*, qui se fait sans feu, les chaudières en tôle sont susceptibles d'un refroidissement

beaucoup trop prompt et trop brusque. On a essayé maintes fois à Marseille les chaudières en métal et l'on a reconnu toute leur imperfection pour ce cas particulier. La construction en maçonnerie permet seule de conserver au liquide savonneux sa température pendant le temps nécessaire, alors que le feu est enlevé.

Les assises du revêtement intérieur de la chaudière servent de mesure pour les ouvriers : 60 cornues de 20 litres occupent, dans une chaudière de grande dimension, la hauteur d'une de ces assises (*un mallon*). Les chaudières ont 12 à 13 *mallons* de hauteur. Elles sont terminées par un fond conique, nommé *campane*. La hauteur de ce tronc de cône est d'environ 50 centimètres. La petite base est formée par une plaque de tôle forte de 1 mètre environ de diamètre. La capacité de la *campane* n'équivaut qu'à un *mallon*.

Le fond de ces chaudières est en cuivre ou en tôle.

En Angleterre et en Belgique, on se sert de chaudières entièrement en fonte.

Les chaudières en fer battu ou en fonte sont aujourd'hui généralement employées dans les savonneries de Paris et dans celles des autres contrées de la France, à l'exception de Marseille.

Aux États-Unis les chaudières des savonniers sont composées de trois pièces différentes soudées entre elles par du ciment de fonte. La pièce inférieure reçoit seule l'action de la chaleur. Cette pièce inférieure est adaptée aux deux autres, de telle façon que, si elle vient à se fêler pendant le cours d'une opération, on peut l'enlever au moyen de cordes ou de chaînes, sans déranger les deux premières.

Nous ferons remarquer qu'une chaudière de savonnerie ne peut pas être construite comme la chaudière d'une machine à vapeur qui ne renferme que de l'eau. Ces dernières chaudières sont disposées de manière à tirer le plus grand parti possible de la chaleur produite par le combustible. A cet effet on applique d'abord la chaleur sous le fond, puis on la dirige autour des parois. Il en est autrement dans les chaudières à savon. Ici, on est forcé de perdre une grande partie de la chaleur fournie par le combustible, parce que ces chaudières *ne peuvent être chauffées que par le fond*. Si le feu circulait tout autour de leurs parois, le savon qui recouvre ces parties de la chaudière serait brûlé. De là la nécessité de n'appliquer la chaleur qu'à la partie inférieure.

Le chauffage des chaudières au moyen de la vapeur d'eau, a été un excellent perfectionnement apporté dans l'art de la savonnerie. Il a fallu cependant de nombreux tâtonnements avant que l'on ait pu obtenir de ce système toute l'économie qui devait en résulter. Les premières tentatives ne donnèrent que de mauvais résultats. On avait commencé par diriger la vapeur au milieu de la masse savonneuse, et l'addition d'eau qui résultait de la condensation de la vapeur affaiblissait considérablement le degré d'alcalinité de la lessive. On eut alors l'idée de faire circuler la vapeur dans une enveloppe concentrique à la chaudière. De cette manière l'eau provenant de la condensation de la vapeur ne se mêlait pas avec les lessives pour les affaiblir et retarder la saponification.

Ce système présentait pourtant un inconvénient : c'est de trop chauffer les parois des chaudières et de ne pas en chauffer suffisamment le fond. L'ébullition n'était jamais régulière ; elle était toujours plus prononcée sur les bords de la chaudière qu'au centre.

Aussi, dans les savonneries de création récente, a-t-on supprimé les chaudières à double fond. On les chauffe au moyen d'un serpentin plat en tôle, placé à 8 ou 10 centimètres du fond de la chaudière, et dans lequel on fait circuler la vapeur fournie par un générateur. Cette disposition donne d'ex-

cellents résultats. L'ébullition se produit sur tous les points de la chaudière, et l'échauffement de la masse est tellement rapide qu'il faut à peine une demi-heure pour porter à l'ébullition une chaudière contenant 5,000 kilogrammes de savon, tandis que le chauffage à feu nu exigerait trois ou quatre heures pour amener la même ébullition.

Les figures 283 et 284 (page 421) représentent la coupe et le plan d'une chaudière de Marseille chauffée à la partie inférieure par un serpentin de vapeur. Le corps de la chaudière est en maçonnerie, comme toutes les chaudières de Marseille.

La légende qui accompagne cette figure donne l'explication de ses différents organes. On voit comment les lessives s'introduisent dans la chaudière, par quel moyen les huiles y sont amenées, enfin par quel orifice arrive dans le serpentin et s'écoule la vapeur destinée au chauffage de cette énorme masse de liquide.

Le chauffage des chaudières par la vapeur permet de chauffer avec un seul générateur de vapeur et par conséquent avec le même foyer, plusieurs chaudières à la fois, ce qui offre une économie notable de combustible, de temps et de main-d'œuvre.

La figure 285 montre la disposition de deux chaudières chauffées par la vapeur.

M. Lormé (1) assure que l'emploi de la vapeur surchauffée présente des avantages encore plus grands que ceux qu'on obtient par la vapeur ordinaire. Les diverses expériences faites par l'auteur, lui ont prouvé qu'avec la vapeur surchauffée, la marche des opérations est plus rapide, et qu'on obtient, en outre, une notable économie de combustible.

Il faut pourtant ajouter que le chauffage à la vapeur ne saurait être employé avec succès que dans les grandes fabriques, parce que la dépense pour l'installation des appareils est toujours assez importante.

(1) *Manuel du savonnier*, in-12. Chez Roret, Paris, 1870.

Revenons à l'*empâtage*, dont la dissertation sur les chaudières nous a un peu éloigné.

Pour opérer l'empâtage, on commence par verser les lessives dans les chaudières, et on y fait arriver la vapeur. Quand le liquide est porté à l'ébullition, on y ajoute l'huile, dans les proportions suivantes : 50 parties d'huile d'olive et 50 d'huile de sésame ou d'arachide. Une *cuite*, pour une chaudière, se compose, à Marseille, de la quantité énorme de *dix mille kilogrammes* de corps gras, et de *treize mille kilogrammes* de lessives marquant 10° alcalimétriques.

Le mélange ne tarde pas à bouillir. L'ébullition se manifeste par une masse d'écumes, qui diminuent peu à peu. Enfin les écumes disparaissent tout à fait, et le liquide commence à bouillir régulièrement au centre des chaudières.

Voici ce qui se passe dans cette véritable opération chimique. La soude caustique qui constitue la lessive, en présence de l'huile, décompose cette matière, forme de l'oléate, du stéarate et du margarate de soude, en termes plus simples, du savon, et il reste dans l'eau, à l'état de dissolution, la *glycérine*, qui provient de la décomposition des corps gras. On laissera perdre avec les eaux la glycérine, cette matière étant sans aucune valeur commerciale.

Le liquide devenu très-pâteux et d'un blanc roussâtre, acquiert de la consistance à mesure que l'ébullition se prolonge. La vapeur de ce liquide épais ressemble à la fumée qui s'échappe de la pipe d'un fumeur. C'est ce qui fait dire aux ouvriers que la chaudière *tabaque*.

Ce dernier signe est l'indice que le cuivre de la chaudière est en contact avec la matière empâtée, et que le métal reçoit l'action vive du feu. A mesure que la pâte s'épaissit, et que l'eau se vaporise avec plus de difficulté, on voit la vapeur aqueuse entraîner des produits empyreumatiques d'une

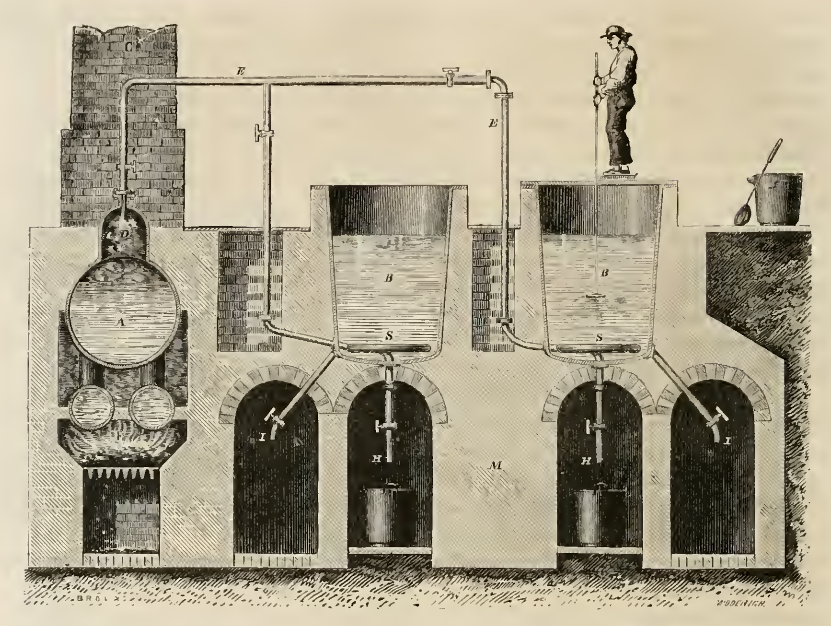


Fig. 285. — Coupe de deux chaudières à savon chauffées par la vapeur et opération de l'*empâtage*.

A. Générateur de vapeur.
B, B. Chaudières.
C. Cheminée.
D. Dôme d'où la vapeur se rend dans les serpentins S, S, en passant par les tuyaux E, E.
F. Foyer.
SS. Serpentins pour le chauffage des chaudières par la vapeur.
I, I. Tuyaux pour l'écoulement des lessives après l'empâtage, c'est-à-dire pour l'*épinage*.
H, H. Robinets de décharge de l'eau condensée dans le serpentin.

couleur noirâtre, qui résultent de la décomposition d'une petite quantité d'huile, par les fonds échauffés de la chaudière. On s'empresse alors d'ouvrir toutes les portes des fourneaux, pour diminuer la chaleur, et d'ajouter de la lessive forte gardée en réserve. La pâte se trouvant ainsi détrempée, on l'agite avec un *redable*, pour la mieux combiner avec la lessive (fig. 285).

Si la pâte est trop liquide, c'est que l'alcali s'y trouve en trop grand excès. Dans ce cas, on ajoute de l'huile à la chaudière, et aussitôt le mélange s'épaissit convenablement.

Il peut arriver qu'une certaine quantité d'huile vienne nager à la surface de la pâte : on obvie à cet inconvénient en jetant de la lessive faible dans la chaudière. Un ouvrier brasse le mélange avec un redable.

L'empâtage doit être continué et la pâte doit être tenue en ébullition jusqu'à ce que l'émulsion de l'huile par la lessive soit parfaite.

N'oublions pas d'ajouter qu'avant de terminer l'opération de l'*empâtage*, on a soin de verser dans la pâte une certaine quantité de sulfate de fer du commerce, dissous dans quelques litres d'eau.

Cette addition a pour but de produire

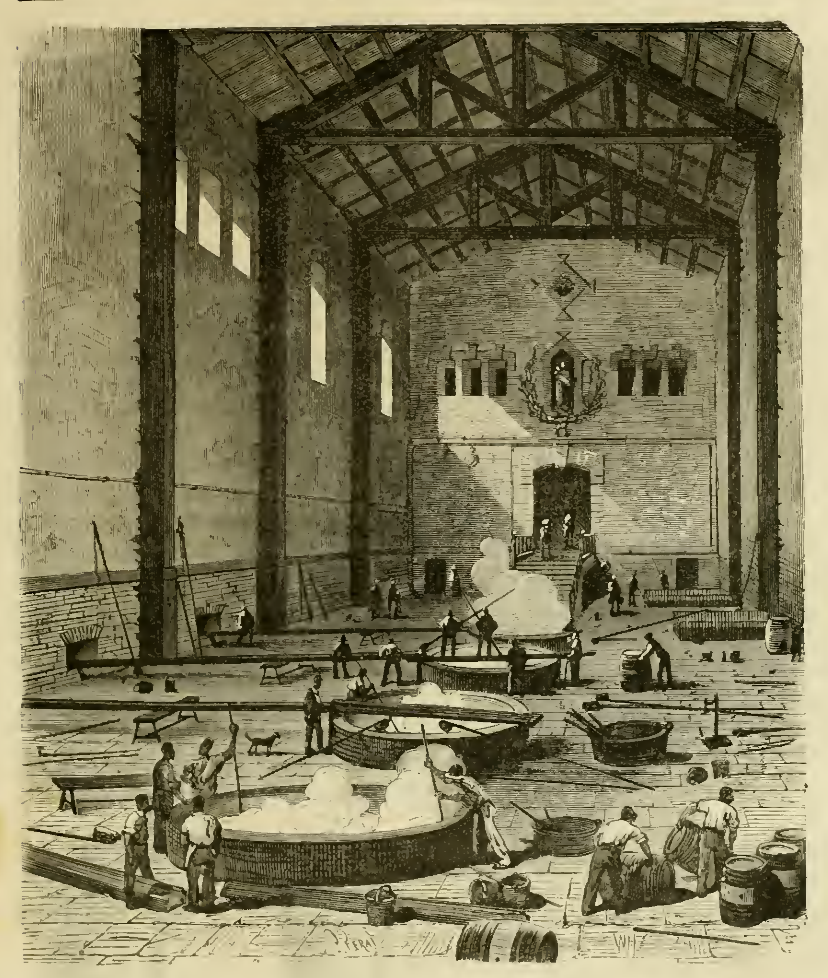


Fig. 286. — Vue générale de la salle des chaudières d'une savonnerie de Marseille. Opération de l'*empâtage*.

la marbrure qui caractérise le savon de Marseille. L'oxyde de fer du sulfate de fer donne, en se combinant aux acides gras, un oléate et un margarate de fer, et ces deux sels donnent un savon noirâtre qui, par le repos, se précipite au fond de la chaudière.

Nous reviendrons sur ce point lorsque nous parlerons de la marbrure.

RELARGAGE.

Lorsque l'*empâtage* est terminé, c'est-à-dire lorsque le liquide qui bout dans la chaudière, a la consistance voulue, on pro-

cède au *relargage*, qui a pour but de retirer l'excès d'eau qu'on a dû employer pendant l'opération précédente.

Quand on ajoute à une dissolution aqueuse de savon, du sel marin, ce sel précipite aussitôt le savon de la dissolution aqueuse.

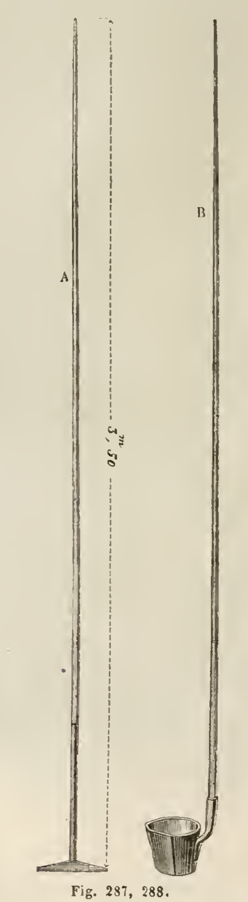


Fig. 287, 288.

A. *Redable* servant au relargage.
B. *Poualou* servant au levage des *cuites*.

C'est que le savon, soluble dans l'eau pure, est insoluble dans l'eau chargée de sel marin. Plusieurs substances chimiques solubles dans l'eau, présentent également ce curieux caractère d'être insolubles dans l'eau salée et d'être, par conséquent, séparées et précipitées de leur dissolution aqueuse, dès que l'on y ajoute du sel marin.

Le *relargage*, ou la séparation du savon émulsionné, consiste donc à ajouter du sel marin à la dissolution savonneuse obtenue dans la première opération.

Autrefois, dans les fabriques, on se contentait d'arroser la pâte avec une lessive alcaline, qui renfermait une grande quantité de sel marin, et qu'on appelait pour cela *lessive salée.* Aujourd'hui on prend une dissolution pure et simple de sel marin. Voici comment s'exécute cette opération.

Un ouvrier verse dans la chaudière la liqueur *salée* contenue dans les cornues. Il la projette peu à peu sur toute la surface de la pâte, jusqu'à ce qu'il ait versé une vingtaine de cornues. Il a bien soin de verser la liqueur salée sur toute la superficie de la pâte. Pour faire pénétrer le liquide salé dans la masse, un autre ouvrier, muni d'un *redable*, se met sur une planche placée sur la chaudière, et il agite verticalement son redable de bas en haut, afin que la lessive se mette successivement en contact avec toutes les molécules de la pâte savonneuse. Le liquide

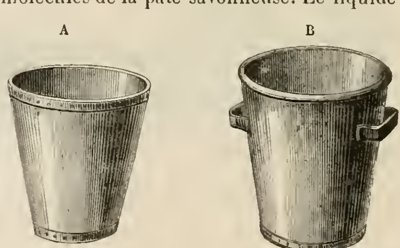


Fig. 289, 290. — Seaux en fer ou cornues.

A. Cornue en fer de 25 à 30 litres.
B. Cornue à deux anses ou *Banastou*, plus grande que la première, et qui sert à enlever les matières épuisées.

salé pénétrant dans toute cette masse, provoque la séparation du savon, ou plutôt de l'*émulsion savonneuse*.

Nous représentons ici (fig. 287 et 288) les *cornues* ou seaux de fer qui servent à verser dans la chaudière la liqueur salée qui doit produire le relargage.

La figure 290 représente une cornue plus spécialement consacrée à transporter les substances solides, comme la soude brute ou les résidus du lessivage de la soude brute.

La figure 287 représente le *redable*, ou le long levier qui sert à produire l'agitation du liquide de la chaudière dans l'opération du *relargage*. La figure 288 est l'espèce de poche, portée par un long manche, qui sert à transvaser les liquides savonneux toutes les fois que cela est nécessaire.

Nous devons ajouter qu'à Marseille dans les savonneries perfectionnées on a supprimé cette dernière main-d'œuvre, qui était coûteuse, et on a remplacé le transport dans les cornues des liqueurs salées destinées au *relargage*, par une disposition mécanique.

Au-dessus de chaque chaudière et à son centre, est placée une sorte de pomme d'arrosoir criblée de trous, qui communique avec un tuyau, dans lequel une pompe, mise en mouvement quand cela est nécessaire, jette la *lessive de relargage*. Cette lessive tombe ainsi par beaucoup de points à la fois à la surface du liquide. L'ouvrier n'a plus qu'à agiter la masse avec son redable. C'est là une simplification du travail et une économie de main-d'œuvre.

Quand le liquide savonneux a été pénétré dans toutes ses parties par la liqueur saline, le savon se sépare du liquide, la masse s'ouvre, et, laissant exsuder l'excès d'eau, se transforme en grumeaux. Alors, on arrête le feu, on laisse reposer le tout pendant deux ou trois heures, et dès que la liqueur qui surnage est devenue transparente, on procède au *soutirage* de la partie liquide, c'est-à-dire à l'*épinage*.

ÉPINAGE.

On appelle *épinage* l'opération qui consiste à faire écouler à l'extérieur l'eau qui remplit la chaudière et que surnage, en vertu de sa légèreté spécifique, le savon séparé par le *relargage*.

Le savon étant plus léger que l'eau, ce liquide occupe le fond de la chaudière. Cette disposition facilite l'*épinage* ou *soutirage*.

D'où vient le mot *épinage?* De ce que, dans les anciennes fabriques de Marseille, on appelait *trou de l'épine* et plus simplement *épine*, le trou pratiqué au fond de la chaudière, que l'on débouchait quand il fallait évacuer le liquide de cette chaudière. Ce terme est demeuré en usage dans les savonneries de tous les pays.

L'*épinage*, ou *soutirage*, se pratique donc au moyen d'une ouverture qui existe au bas de la chaudière. On débouche cette ouverture, et le liquide s'écoule, laissant le savon dans la chaudière.

Pour que toute la masse solide soit bien séparée, il faut qu'on fasse évacuer de la chaudière, une quantité de liquide double de celle qu'on vient d'y verser pour le *relargage*.

Nous consacrons les quatre figures 291, 292, 293 et 294, à représenter les détails de l'opération de l'*épinage*. Les figures 291 et 293 représentent l'élévation et la coupe du bassin, appelé *épine*, qui reçoit les eaux arrivant de la chaudière. La figure 292 représente le plan du même bassin, et la figure 294 le plan général des dispositions des appareils.

Il faut savoir, en effet, qu'une partie des *eaux d'épinage* est rejetée comme inutile, et qu'une autre partie, qui renferme encore du carbonate de soude non combiné, est conservée, pour servir à remplacer l'eau pure dans la préparation des lessives de soude.

Le tuyau B amène les eaux qui s'écoulent

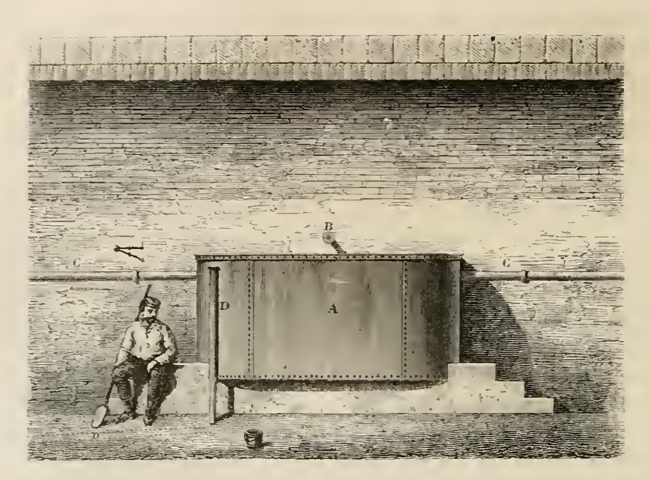


Fig. 291. — Face principale de l'épine ou cuve qui reçoit les eaux arrivant des chaudières.

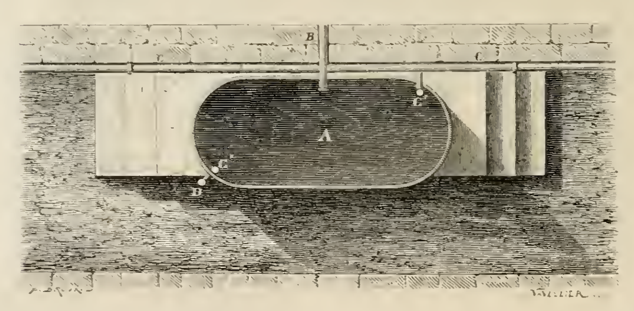


Fig. 292. — Plan de la même cuve.

A. Épine. — *a*, *a*, *a*. Situation des épines sur le plan général.
B. Tuyau qui amène l'eau des lessives s'écoulant des chaudières.
C. Tuyau prenant les lessives dans les épines, pour les conduire dans les réservoirs des lessives, où les pompes viennent les puiser, pour les rejeter sur les barquieux, où elles seront révivifiées.
C'. Tuyau ou siphon qui retient les débris de savon arrivés accidentellement dans les cuves.

des chaudières, le tuyau D sert à évacuer ces liquides au dehors de l'usine, ou à les diriger dans les *barquieux*, pour remplacer l'eau dans le lessivage de la soude. C'est l'examen que l'on fait, au moment où ces eaux s'écoulent, de leur état, c'est-à-dire de la présence ou de l'absence du carbonate de soude dans ces liquides, qui détermine l'ouvrier à les rejeter ou à les conserver.

En lisant la légende qui accompagne ces quatre figures on se rend compte de tout l'ensemble de l'opération de l'épinage dans une savonnerie bien organisée, comme celle qui a servi à relever ce plan.

COCTION.

Le *relargage* et le *soutirage*, ou *épinage*, étant opérés, il reste à obtenir la véritable

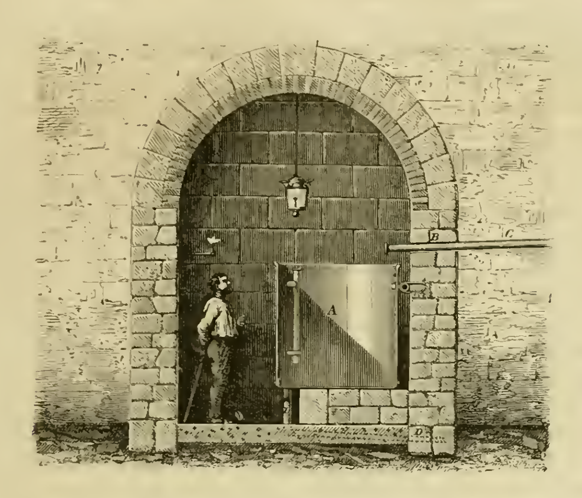


Fig. 293. — Coupe de la même cuve.

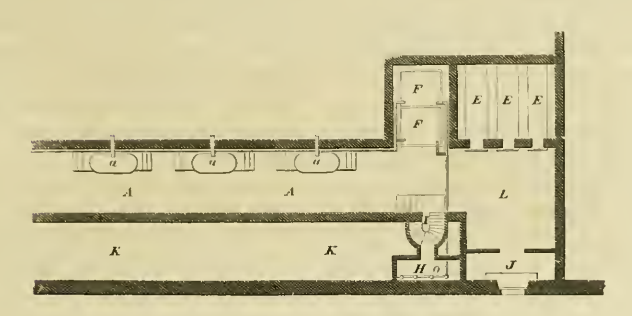


Fig. 294. — Plan général de l'épinage.

D. Tuyau conduisant les lessives du premier épinage, qui seront jetées aux égouts ou conservées dans des réservoirs, selon leur état.

E, E, E. Fourneaux et chaudières. — F, F. Réservoirs. — H. Pompes.— o. Tuyau aspirateur des pompes.— I. Escalier de communication avec la grande salle.

J. Soute à charbon. — K, K. Emplacements où sont situés les puits des petites eaux qui peuvent servir à préparer les lessives de soude.

combinaison chimique entre l'alcali et les corps gras, exécuter la *saponification* proprement dite.

La *coction*, c'est-à-dire la formation complète du savon, par les lessives concentrées, sous l'influence d'une ébullition soutenue, est l'opération définitive. Les lessives qui servent à cette opération diffèrent beaucoup des lessives pour l'empâtage. Elles sont riches en alcali caustique.

On lit dans plusieurs ouvrages que l'on transvase dans une chaudière la masse empâtée, avant de procéder à la coction. Si l'*empâtage*, dit-on, a eu lieu dans une chau-

dière, il faut deux chaudières pour la *coction* même de cette quantité de liquide. Après le *relargage*, il faut donc transvaser dans une chaudière vide, le liquide pâteux.

C'est une erreur. La *coction* s'opère, dans les bonnes fabriques de Marseille, dans la même chaudière où l'on a fait l'*empâtage*.

La *coction*, ou *saponification définitive*, s'effectue par huit à dix *services* successifs. On appelle *service* l'action de verser sur la pâte une soixantaine de cornues de diverses lessives.

Lorsque le feu est très-actif, il suffit de quelques heures pour que la saponification s'accomplisse en entier. On voit la pâte se serrer de plus en plus, en abandonnant de l'eau et en se combinant avec la soude caustique de la lessive : on dit dans les savonneries que la pâte *mange les services*. On continue à l'alimenter par des *services* successifs, jusqu'à ce qu'elle *refuse de manger* les lessives qu'on lui sert, c'est-à-dire jusqu'à ce que la pâte n'absorbe plus la lessive caustique que l'on ajoute.

Il ne faut pas négliger de dire que chaque fois qu'on apporte un nouveau *service*, il faut commencer par *épiner*, c'est-à-dire par évacuer une quantité pareille de liquide de la chaudière, en débouchant le trou qui se trouve au bas de la chaudière. Les eaux qui s'étaient réunies au fond, lorsqu'on a laissé tomber le feu dans l'intervalle qui sépare deux services, s'écoulent ainsi au dehors.

A mesure que le savon augmente de solidité, la vapeur d'eau résultant de l'évaporation de la lessive se fait jour à travers la pâte solidifiée, et détermine des projections de savon et de lessive à l'entour de la chaudière, ce qui oblige les ouvriers à se tenir à l'écart, afin d'éviter les effets de ces projections brûlantes.

MARBRURE.

C'est quand la *coction* est terminée que l'on produit la *marbrure*, ou *madrure*, qui caractérise le savon de Marseille.

L'opération de la *marbrure*, ou *madrure*, consiste à disséminer dans la masse du savon, les savons ferrugineux et noirâtres (oléate et stéarate de fer) que l'on a produits, ainsi que nous l'avons dit (page 424) vers la fin de l'empâtage, en ajoutant un peu de sulfate de fer au liquide de la chaudière. En raison de leur pesanteur spécifique, les savons ferrugineux se sont réunis à la partie inférieure. L'opération que nous allons décrire a pour effet de distribuer ce savon noirâtre dans les diverses parties de la masse, et d'y former des veines bleuâtres, c'est-à-dire d'y déterminer une *marbrure*.

Si l'on nous demande maintenant à quoi est bonne cette *marbrure* du savon de Marseille, nous répondrons qu'elle n'a pas pour effet unique de plaire aux yeux. Il importe de savoir que les savons bien préparés et ne retenant que 30 à 35 p. 100 d'eau se prêtent seuls à cette opération, de sorte que la *marbrure* est le certificat de bonne qualité des savons. Cette opération est donc loin d'être indifférente.

On produit la *marbrure* en perçant la masse solide de savon, d'un certain nombre de sillons verticaux. La liqueur du fond de la chaudière, qui se compose de la masse, accumulée en ce point, des savons noirâtres à base d'oxyde de fer, s'élève en suivant ces sillons, et va se répandre de là, dans toute la masse du savon blanc.

Quant à l'étymologie de ce mot, quant à l'équivalence des mots *marbrure* et *madrure*, nous dirons, le mot *marbrure* n'ayant pas besoin d'explications, que certains auteurs appellent *madrure* et même *madrage*, cette opération, parce que l'ouvrier est obligé, comme on va le voir, de se placer pour l'accomplir, sur un *madrier* posé en travers de la chaudière.

En ce qui concerne la manière de procéder à cette opération, écoutons un praticien justement autorisé :

« On place sur la chaudière une planche d'une épaisseur suffisante et fort large, pour que deux hommes y étant dessus puissent manœuvrer facilement. Chacun de ces hommes est armé d'un redable pour agiter la pâte, afin qu'elle s'imprègne de la lessive qu'un autre ouvrier y verse à plusieurs reprises.

« Cette manipulation se fait en deux temps. Le premier est préparatoire et s'appelle *rompre*. Le second termine l'opération et s'appelle *tirer du fond*.

« Comme l'homme le plus vigoureux ne pourrait enfoncer au premier coup son redable jusqu'au fond de la chaudière, et le faire remonter par un mouvement brusque, parce que la pâte est trop consistante, et la colonne à vaincre trop haute, on commence par n'enfoncer l'instrument que jusqu'au quart de la profondeur de la chaudière, et on l'en retire un peu obliquement ; lorsqu'il est prêt à en sortir, on accélère le mouvement jusqu'à la surface, où on l'arrête tout à coup pour occasionner un jet qui détermine l'expansion de la lessive sur toute la superficie de la pâte, en divise les grumeaux et en facilite l'imbibition.

« Le second temps s'exécute en plongeant le redable jusqu'au fond de la chaudière, et en le retirant verticalement jusqu'à la surface, où le coup brusque, produit au moyen du redable, donne lieu à l'expansion de la lessive qu'on ramène du fond vers le dessus de la pâte. Par ce moyen, toutes les parties de savon sont transportées du bas en haut de la chaudière, et reçoivent les effets de la lessive qui les tuméfie et les humecte convenablement.

« Dans l'un comme dans l'autre cas, des ouvriers versent trois ou quatre cornues de lessive à la place où chacun des *madreurs* tient son redable, afin que la large pelle horizontale dont le bout est muni puisse s'enfoncer avec plus de facilité.

« Les deux madreurs parcourent peu à peu la longueur de la planche sur laquelle ils se trouvent placés, et par conséquent tout le diamètre de la chaudière, en travaillant la pâte sur tous les points : pour exprimer qu'ils ont parcouru en entier cet espace, on dit qu'ils ont fait une *passado*. On en fait deux ou trois pour *rompre*, mais le nombre de celles qu'ils exécutent en tirant du fond est indéterminé, parce qu'il est subordonné aux effets des diverses lessives sur la pâte liquéfiée.

« Ainsi la *passado*, pour qu'elle ait lieu sur toute la superficie de la pâte, s'exécute d'abord sur un point de l'une des parois de la chaudière, et se continue en reculant successivement la planche jusqu'à ce que l'opération commencée à une extrémité se termine également à l'autre. On verse ordinairement à la chaudière soixante cornues de lessive pour chaque *passado* qu'on divise en plusieurs *reculées*.

« Par ces lotions, la pâte se tuméfie, absorbe peu à peu la lessive nécessaire à sa liquéfaction et à l'union intime de ses molécules, pour qu'elle prenne dans les mises la consistance qu'elle doit avoir.

« Tel est le mécanisme de cette opération (1). »

En Angleterre, l'opération de la marbrure ou madrure se fait d'une autre manière, Quand le savon est presque terminé, on se contente de verser dans la chaudière une dissolution concentrée de soude brute, que l'on répand uniformément sur la chaudière, au moyen d'un arrosoir. Cette lessive est très-dense et contient des sulfures alcalins. Elle détermine la marbrure en passant au travers de la masse pâteuse du savon, et produisant sur son passage du sulfure de fer noir, qui se répand dans une partie de la masse, et la colore de veines bleuâtres.

Il faut pourtant nous hâter de dire qu'il n'y a aucune comparaison à établir entre la marbrure du savon de Marseille et celle du savon anglais. Cette dernière n'est absolument rien autre chose qu'un dessin produit mécaniquement dans la pâte au moyen du sulfure de fer. Il résulte au contraire de l'ensemble du procédé Marseillais, deux genres de savon parfaitement distincts : l'un, le savon pur, *qui forme la partie blanche*, l'autre, le savon alumino-ferrugineux, *qui forme la partie bleue*. Il ne dépend pas du fabricant de distribuer cette marbrure à son gré ; elle résulte de la bonne conduite de l'opération ; elle est comme le cachet et la preuve d'une loyale fabrication et indique d'une façon précise que le produit ne contient pas plus de 33 à 34 p. 100 d'eau. La marbrure anglaise peut s'effectuer dans toute espèce de savon, car elle ne consiste qu'en une espèce de teinture chimique. C'est ce signe extérieur de garantie contre la fraude par augmentation d'eau, qui a tant contribué à répandre dans le public l'usage du savon marbré de Marseille.

Lorsque la *marbrure* est terminée et que

(1) Poutet, *Traité des savons*. Marseille, in-4°. 1824.

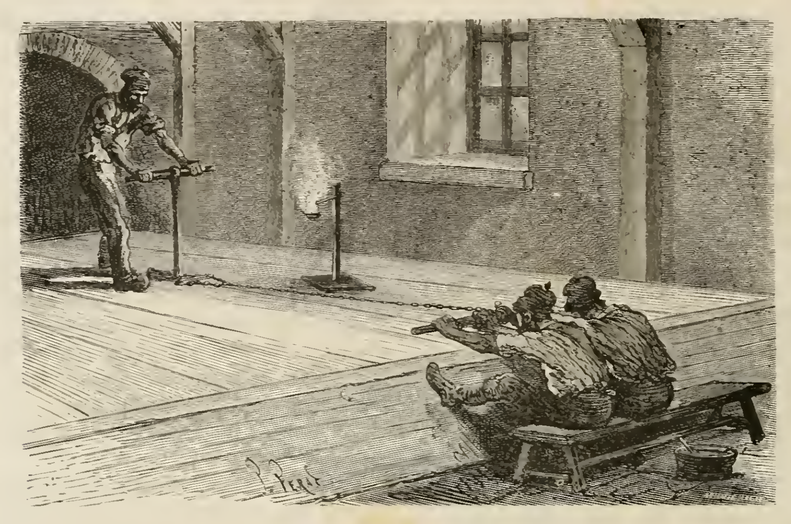


Fig. 295. — Coupage du savon de Marseille en pains, au moyen du couteau.

le contre-maître a constaté que la cuite est arrivée au point convenable, il faut procéder au *coulage*, c'est-à-dire à l'enlèvement du savon des chaudières de cuite, pour le diriger dans les *mises* ou *formes*.

COULAGE.

Le *coulage* du savon se fait dans des *mises*. ou *formes*, qui sont des bassins en maçonnerie. Nous n'avons que peu de chose à dire sur cette opération. Pour enlever le savon de la chaudière où il vient d'être préparé, on place sur les bords de cette chaudière un long canal en bois, qui descend vers les *mises*. Deux hommes enlèvent alternativement le savon encore chaud et fondu, avec des *poches* à très-longs manches que nous avons figurées plus haut, et de ce canal de bois il coule rapidement dans la *mise*.

Au bout de quelques jours, le savon s'est solidifié. Alors on l'aplanit et on le rend plus compacte en frappant sur toute sa surface, au moyen de battes en bois, à large surface et bien emmanchées.

Après huit à dix jours, suivant la température extérieure, le savon a acquis la consistance convenable. Comme sa pesanteur spécifique est inférieure à celle des lessives, ces dernières occupent le fond des mises, et le savon flotte à la surface du liquide.

COUPAGE.

Dès que le savon a acquis assez de consistance pour supporter le poids d'un homme, on se dispose à le couper en gros pains de la forme d'un long parallélogramme.

La manière de couper la masse du savon est fort simple. Un ouvrier commence par placer une longue règle au milieu de la masse du savon, et avec un poinçon il marque un trait longitudinal. Il procède de la même manière pour tracer d'autres lignes semblables et à égale distance. Ces lignes donnent la longueur qu'auront les pains de savon. Ensuite le même ouvrier marque en travers du savon plusieurs autres traits déterminant la largeur des pains.

Pour tracer les premieres lignes, il se sert



Fig. 296. — Coupe d'un pain de savon de Marseille en barres, au moyen d'un fil de fer.

d'une équerre qu'il emploie également lorsqu'il arrive au côté opposé à celui où il a pris ses dimensions exactes.

Comme le savon le plus voisin des murs de séparation durcit plus vite que les parties du centre, on s'empresse de couper jusqu'au bas du bassin l'espace de 15 à 20 centimètres des bords. Alors on coupe toute la masse d'après les lignes tracées à sa superficie.

Pour couper les pains dans toute leur profondeur on se sert d'un long couteau fixé au milieu d'un manche horizontal, le tranchant du couteau étant situé dans une direction transversale à celle du manche. Pour le faire agir, on a une chaîne dont les deux bouts sont attachés aux anneaux d'une sorte d'étrier. Un ouvrier s'appuyant avec les deux mains sur chaque branche du manche, introduit d'abord le couteau dans l'étrier, et tandis qu'il enfonce le tranchant du couteau dans le savon, au commencement de l'un des traits, deux autres ouvriers se mettent à l'autre extrémité de ce trait, et tirent à eux la chaîne et le couteau. L'ouvrier accompagne le couteau en le tenant verticalement et en suivant le mouvement de la coupe. On continue de la même manière à couper le savon sur tous les traits.

Il faut ajouter que comme cette première taille ne pénètre pas jusqu'au bas de la masse entière, ce n'est que deux ou trois jours après cette opération, qu'en employant le même moyen, on achève de couper les pains de savon dans toute leur profondeur.

Les différentes manipulations que nous venons de décrire pour couper le savon dans les mises sont représentées dans la figure 295.

On laisse le savon ainsi coupé renfermé dans les mises jusqu'à ce qu'on ait à livrer une partie ou la totalité du savon contenu dans ces réservoirs.

Alors seulement on s'occupe de les découper en pains; c'est ce qui se fait au moyen d'un fil de fer. La figure 296 montre

comment on procède à cette dernière manipulation qui est fort simple.

Nous venons de décrire la manière de couper le savon à Marseille. Ce moyen n'est pas en usage dans toutes les fabriques de savon. Dans les usines du Nord on emploie un procédé plus simple parce que l'on n'opère pas dans des masses aussi considérables. On coupe le savon au moyen de gros fils de fer qu'on a eu soin, avant d'y couler le savon, de placer dans les *mises*, selon les dimensions que l'on veut donner au pain. Quand le savon s'est suffisamment raffermi, on tire les fils de fer, et l'on coupe ainsi le savon en pains de la forme voulue.

L'expérience a prouvé que le savon gagne à être conservé dans une lessive de soude marquant 10 à 12°, au lieu d'être simplement abandonné à l'air. Mais ce moyen ne s'applique pas au savon de Marseille, qui est expédié peu de temps après sa fabrication.

On place les briques de savon au fur et à mesure qu'on les coupe, dans des caisses dites de *Marseille*. Chaque caisse contient ordinairement 40 briques de savon marbré pesant de 405 à 410 kilogrammes.

La partie blanchâtre qui environne toujours le savon marbré de Marseille, n'existait pas au moment de l'emballage. C'est l'action de l'air qui, après un certain temps, produit cette décoloration extérieure, cette *robe* comme on l'appelle, qui enveloppe d'une sorte de cadre blanc la masse marbrée à l'intérieur.

Nous n'avons pas besoin de dire que les rognures de savon qui proviennent du coupage des barres, sont introduites dans une nouvelle cuite de savon marbré. On les jette dans la chaudière à la fin de la *coction*.

Nous disions tout à l'heure, que l'on se trouve bien de conserver le savon dans une lessive alcaline. M. Turgan nous donne en ces termes la raison de cette manipulation.

« Le savon, au moment où il vient d'être coupé, ne présente pas, dit M. Turgan, la consistance nécessaire pour qu'il puisse être livré à la consommation. Il faut, suivant la saison, huit, quinze et même vingt jours pour qu'il soit bon à livrer. Si, pendant tout ce temps, on se contentait de le garder en magasin, son eau d'hydratation diminuerait au détriment du fabricant, le déchet variant avec le temps de magasinage de la saison, ce qui ne laisserait pas que d'apporter une certaine complication dans les transactions par l'incertitude de la composition de sa marchandise. Il importe donc de conserver au savon l'hydratation normale qui résulte d'une fabrication loyale. Ce but est atteint par le trempage.

« Voici la composition de la lessive de trempage

Soude caustique	27,80
Carbonate de soude	13,00
Sulfure	10,40
Hyposulfite	20,40
Sulfate	36,30
Chlorure	152,00

« L'expérience a prouvé que lorsqu'on fait tremper le savon dans une lessive fortement salée (recuit), le raffermissement de la pâte s'opère sans qu'il y ait un changement appréciable dans la proportion des éléments du savon. L'eau d'hydratation elle même n'augmente pas d'une manière sensible. Après douze ou quinze jours de trempage le savon est bon à livrer (1). »

RENDEMENT DES HUILES EN SAVON MARBRÉ.

M. Lormé donne des renseignements circonstanciés sur le rapport qui existe entre le poids du corps gras employé et la quantité de savon obtenue, rapport qui dépend essentiellement de l'espèce d'huile employée et de l'économie apportée dans la fabrication.

En opérant dans les meilleures conditions, on peut obtenir environ 175 kilogrammes de savon marbré de première qualité par 100 kilogrammes d'huile; mais la moyenne ordinaire varie entre 165 et 170 kilogrammes de savon, pour 100 kilogrammes d'huile.

(1) *Les grandes Usines de France*, tome III.

Lorsque les huiles d'olive sont mélangées à d'autres huiles, le rendement varie suivant les proportions respectives de chacune de ces huiles dans le mélange, depuis 155 jusqu'à 165 pour 100 du poids des huiles. Cependant M. Lormé a remarqué que le mélange, en diverses proportions, de l'huile d'arachide avec l'huile d'olive, donne un produit en savon aussi grand que lorsque l'huile d'olive est employée seule.

La quantité de soudes brutes à employer est d'environ 80 à 85 pour 100 du poids des huiles. La dépense en combustible pour le cuit de 1,000 kilogrammes d'huile, est de 260 à 300 kilogrammes de charbon de terre. Les frais généraux d'exploitation et de fabrication sont calculés à raison de 18 francs 50 à 19 francs par 100 kilogrammes de matières grasses. En admettant un rendement de 170, chaque 100 kilogrammes de savon a à supporter (non compris le prix de la matière grasse) pour frais généraux de toute nature, une dépense qui varie entre 10 francs 95 et 11 francs 18 centimes (1).

CHAPITRE VI

FABRICATION DU SAVON BLANC DE MARSEILLE.

Nous venons d'exposer avec détail la fabrication du savon marbré. Pour terminer la description de la fabrication marseillaise il nous reste à traiter du savon blanc.

La fabrication du savon blanc ne diffère que par quelques particularités de celle du savon marbré.

Les lessives se préparent de la même manière que pour le savon marbré. Les soudes que l'on emploie pour l'*empâtage*, la *coction* et la *liquidation* (opération qui remplace la *marbrure*) sont pures, c'est-à-dire presque entièrement privées de sulfure de sodium, afin d'éviter la coloration de la pâte. On prend du sel marin, le plus pur possible pour l'opération du *relargage*.

Les savonniers belges substituent, pour la préparation des lessives, le carbonate de soude en cristaux (cristaux de soude) à la soude brute artificielle. Cet alcali, plus pur et complétement incolore, leur donne d'excellents résultats. Les savons belges sont d'une blancheur éclatante.

Pour l'*empâtage* on charge la lessive dans la chaudière, et lorsqu'elle est bouillante, on y ajoute graduellement l'huile, qu'on a eu soin de choisir le moins colorée possible. On agite, on chauffe absolument comme nous l'avons indiqué pour le savon marbré ; et on termine l'empâtage en ajoutant une lessive très-faible.

Le *relargage* se fait comme à l'ordinaire, par l'addition du sel marin, et l'*épinage* s'exécute comme pour le savon marbré. Il va sans dire qu'on n'ajoute pas de sulfate de fer pour produire la *marbrure*, que l'on cherche au contraire à éviter.

Le savon étant bien cuit, on ajoute, après un nouvel épinage, de la lessive douce et on brasse fortement. C'est ce que, dans les ateliers, on appelle la *liquidation*, et ce qui constitue l'opération particulière au savon blanc. Elle remplace la *madrure*, et a pour objet de rendre la pâte bien blanche et bien homogène. Cette opération dont les ouvrages sur la chimie industrielle ne donnent qu'une idée incomplète ou inexacte, consiste à agiter avec lenteur et d'une manière uniforme, au moyen d'un redable, la liqueur savonneuse chauffée.

Voici comment s'exécute l'opération, d'après M. Dumas qui, dans sa *Chimie appliquée aux arts*, a résumé les détails un peu longs donnés par Poutet, dans son *Traité des savons :*

« Pour effectuer la *liquidation* du savon blanc,

(1) *Manuel du savonnier.*

on augmente le feu pour bien chauffer la pâte qui, dès ce moment, ne bout plus. Mais il se fait un travail dans l'intérieur de la masse; celle-ci s'éclaircit parfaitement par le concours de la chaleur et de l'humidité; elle se dépouille peu à peu, des parties colorées qui se précipitent vers le fond; cette épuration est activée par de petites doses de lessive qu'on ajoute de temps en temps. On reconnait que la pâte est purgée quand le liquide, que le râble amène à la surface, au lieu d'être clair et fluide, commence à prendre une teinte noire et à devenir visqueux. Cet indice annonce que la pâte est suffisamment homogène, et la teinte noire du dépôt ramené prouve que le savon alumino-ferrugineux s'est précipité.

« A cette époque, on continue d'agiter la pâte pendant une heure ou deux, et l'on entretient un feu modéré. Au bout de ce temps, on cesse de chauffer et d'agiter, on laisse reposer la pâte pendant trente ou trente-six heures, afin que le savon alumineux-ferrugineux se précipite le mieux possible au fond de la chaudière, et que le produit blanc qu'on se propose d'obtenir, soit plus abondant et de plus belle qualité.

« La précipitation étant complète, on enlève une écume assez volumineuse qui s'est formée pendant la préparation, et on la met à part pour l'ajouter à de nouvelles cuites de savon. L'écume étant entièrement enlevée, on extrait la pâte de savon blanc, et on la reçoit dans des vases en bois munis de deux anses portant le nom de *servidous*. Ces derniers étant remplis, on les porte dans des salles qui servent de mises, et qui, en hiver, occupent les places les plus élevées de la fabrique, et en été au contraire les étages inférieurs.

« Le sol de chaque mise est recouvert de chaux en poudre, sous une épaisseur de 2 centimètres et bien aplanie; un crible de fil de fer, supporté par trois pieds, est placé à l'extrémité de la mise, une feuille épaisse de papier est placée en dessous pour prévenir le dérangement de la chaux. Le filtre étant disposé, les ouvriers apportent la pâte contenue dans les *servidous*, et la vident sur le crible qui retient les impuretés. On vide la chaudière, de cette manière, jusqu'à ce que l'on soit arrivé au savon coloré qui occupe le fond. Le savon versé dans les mises est encore assez liquide pour se niveler; mais à peine une mise est-elle pleine, qu'il se forme à la superficie de la couche de savon une pellicule qu'on a soin de détruire et de mélanger à la masse de la pâte en agitant légèrement celle-ci avec une longue pelle de fer (1). »

M. Ch. Roux fils, dans un mémoire important, qui nous fournit plusieurs renseignements utiles, donne une description technique de l'opération de la *liquidation du savon blanc*, que nous rapporterons ici parce qu'elle complète et explique l'exposé qui précède.

(1) Tome VI, page 728.

« La liquidation du savon blanc, dit M. Jules Roux, se fait comme suit :

« Lorsque, par des additions de lessive faibles, on fait descendre à 10° le titre de la lessive qui imprègne la pâte, la marbrure ne peut se produire, parce que la portion dissoute tombe au fond de la chaudière, entraînant avec elle toutes les matières étrangères et colorantes et constitue ce qu'on appelle le *gras*.

«Le restant de la pâte, ainsi purgé, n'est ni soluble ni même miscible avec le gras, et c'est une erreur de croire que la précipitation des parties colorantes soit déterminée par dilution du savon dans l'eau. Tant que la lessive, sur laquelle nage le savon, n'est pas trop affaiblie, l'hydratation de la pâte ne varie que dans d'étroites limites (31 à 33 pour 100), et si l'on tente de l'augmenter par des affusions d'eau, bien loin de déposer le peu de sulfure de fer qui la colore, la lessive *envisque* le savon, c'est-à-dire le convertit en une masse gélatineuse qui ne laisserait pas même précipiter des grains de sable.

« Les phénomènes que présente le savon en passant par les trois états de : *Savon liquidé, savon dissous* ou *gras*, *savon envisqué*, sont tous distincts et bien caractérisés.

« Le savon passe de l'un à l'autre sans transition et non pas graduellement, ce qui exclut la possibilité de laisser involontairement plus ou moins d'eau dans le savon blanc fabriqué d'après le procédé marseillais.

« Ce mode de fabrication indique le but qu'on a voulu atteindre, c'est-à-dire la réalisation d'un produit franc et loyal, dégagé même des impuretés inhérentes aux matières employées et sans possibilité de fraude, autrement que par la volonté expresse du fabricant.

« Il n'y a pas d'excuses à chercher dans l'insuccès du procédé. Celui-ci n'en comporte pas. Si le savon blanc a été liquidé et levé sur son gras, il ne contiendra invariablement que son eau de composition normale, soit 32 à 33 p. 100 (1). »

La figure 297 représente l'opération de la *liquidation du savon blanc* dans une usine de Marseille.

Le savon ainsi obtenu se solidifie après trois ou quatre jours. Alors on l'*aplanit*, en frappant fortement sur toute la surface de

(1) *De la savonnerie marseillaise*, par M. Jules Roux (Ch. Roux fils), Mémoire lu à la Société de statistique de Marseille. Brochure in-8°. Marseille, 1868, pages 31-32.

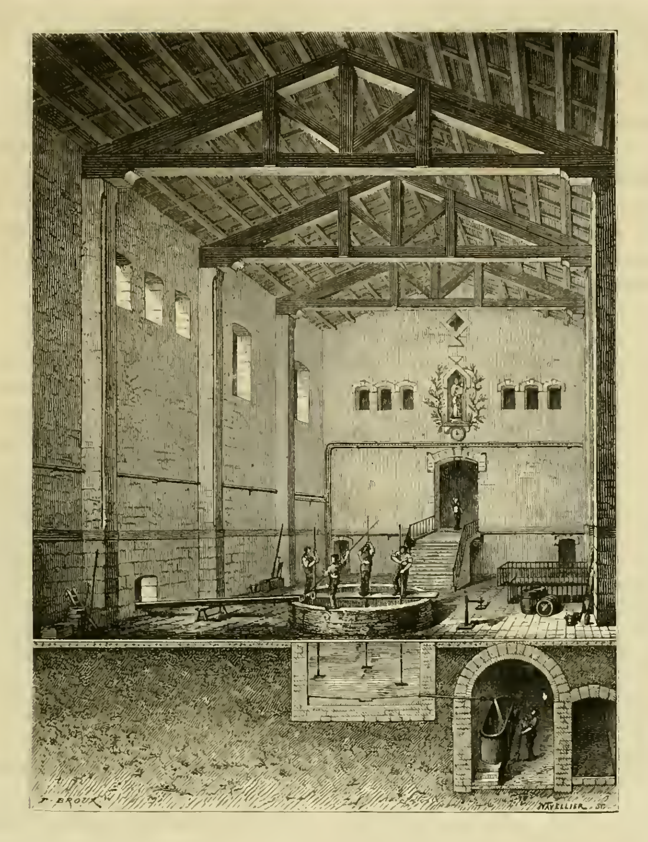


Fig. 297. — Opération de la *liquidation* du savon blanc, avec coupe laissant voir en dessous l'épinage.

la pâte au moyen de pilons ou de *battes* en bois, ce qui rend le savon plus compacte et plus lourd en rapprochant ses molécules dilatées par la chaleur, et en faisant disparaître les porosités accidentelles qui peuvent exister dans sa masse.

Après cette opération, on laisse pendant quelques jours la masse savonneuse acquérir toute sa consistance, puis on procède au découpage par les moyens que nous avons décrits. Chaque parallélipipède qu'on a découpé et qui pèse 20 à 25 kilogrammes, reçoit la marque de la maison qui l'a fabriqué.

Avant d'être livré au commerce, le savon blanc est exposé pendant quelques jours, sous des séchoirs, à l'air libre. Il acquiert ainsi la solidité nécessaire, et on l'emballe pour l'expédition.

L'acheteur qui a reçu la caisse pleine de savons doit les conserver dans un lieu dont la température soit douce et l'humidité moyenne; sans cette précaution il prendrait une teinte jaunâtre.

Les détaillants qui opèrent sur une grande

échelle conservent le savon blanc dans de l'eau salée, pour l'empêcher de se dessécher.

Le savon blanc est parfaitement neutre, chose essentielle, car un savon quand il enfermer un excès d'alcali, est à la fois moins blanc, moins dur, et contracte assez promptement une odeur désagréable.

Le savon de Marseille, qui est considéré partout comme le plus pur de tous les savons, renferme, sur 100 parties :

SAVON MARBRÉ.			SAVON BLANC.	
Eau	34		Eau	33,20
Corps gras	57	64	Corps gras	59
Alcali	7		Alcali	6,80
Sels divers	2		Sels	1
	100			100 00

Le savon blanc contient plus d'acide gras que le savon marbré, parce qu'étant *liquidé et levé sur son gras*, il est plus pur que le savon marbré ; cela résulte de son mode de fabrication.

Ainsi le savon blanc contient 59 à 60 parties d'un corps gras et le savon marbré une quantité moindre, mais l'eau ne dépasse pas la quantité de 33 à 34 pour 100.

Ces chiffres sont donnés par M. Ch. Roux dans la brochure que nous avons citée, et à ce propos, l'auteur s'indigne de ce que Thénard ait avancé, dans son *Traité de Chimie*, que le savon de Marseille renferme 45 pour 100 d'eau.

« Comment, dit M. Ch. Roux fils, M. Thénard a-t-il laissé insérer dans ses œuvres l'analyse d'un savon blanc qu'il appelle de *Marseille* et dans lequel il annonce 45 p. 100 d'eau? Evidemment c'était du savon fraudé; peut-être venant de Marseille, mais n'ayant aucun rapport avec le véritable savon blanc liquide.

« Nous insistons sur ce point, parce que le respect qui s'attache au nom de M. Thénard donne à cette analyse une consistance fâcheuse, et qu'à chaque affaire litigieuse, nous nous entendons invoquer cette autorité. »

Il est fâcheux, en effet, que de pareilles erreurs se répandent. Des personnes de mauvaise foi ne manquent pas de s'en emparer, et abusent du nom d'un savant respectable pour couvrir devant les tribunaux des défectuosités de fabrication. Il est bon que l'on sache bien que le savon marbré et le savon blanc de Marseille fabriqués d'après le véritable *procédé marseillais*, ne renferment que 30 à 34 p. 100 d'eau, et n'ont aucun rapport avec les mille et un savons augmentés soit par l'eau, soit par la terre, que l'on fabrique soit à Marseille, soit ailleurs.

Nous avons dit, en parlant de la fabrication du savon marbré, qu'il reste toujours au bas de la chaudière, une certaine quantité d'un savon noir alumino-ferrugineux. Ce savon, qui atteint parfois un septième de la masse, provient de la soude artificielle et renferme aussi du fer et de l'alumine; il donne ainsi naissance à un savon noirâtre, soluble dans la lessive, composé d'oléate et de stéarate alumino-ferrugineux. Dans les fabriques on ne perd pas ce produit, on le recueille, après avoir séparé le savon blanc, et on le traite à nouveau (1), après avoir fait comme précédemment l'*empâtage*, le *relargage* et l'*épinage* d'une nouvelle quantité d'huile blanche mêlée à de la lessive forte. La cuite et la liquidation donnent une nouvelle quantité de savon blanc, mais le résidu est cette fois tellement coloré qu'il ne peut plus entrer que dans la composition des savons marbrés.

Si l'on suivait le procédé des savonniers belges, c'est-à-dire si on remplaçait les lessives de soude brute par des lessives de soude pure, on éviterait la production de ce savon alumino-ferrugineux, et le rende-

(1) Dans plusieurs savonneries, principalement à Marseille, on fait *grener* le savon alumino-ferrugineux, ou *gras*, par l'addition de quelques cornues de forte lessive salée. On le coule dans des mises, et on le met en réserve. On en fait une cuite spéciale lorsqu'on a réuni les *gras* d'une dizaine de cuites. Alors on transforme à volonté ce savon alumino-ferrugineux en savon blanc ou en savon marbré.

ment en savon blanc serait augmenté d'autant.

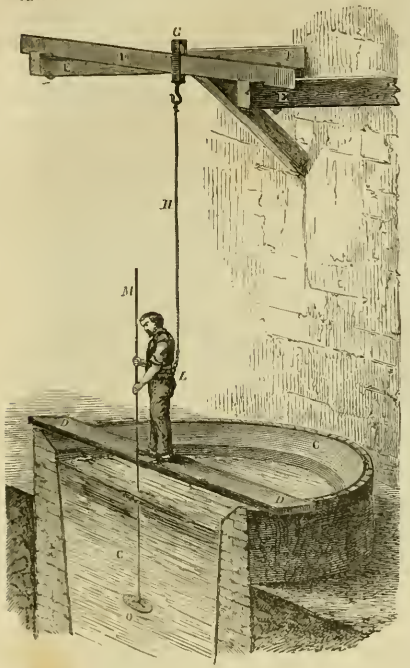


Fig. 298. — Ouvrier savonnier revêtu de la ceinture Darcet.

C C, chaudière ; D, madrier reposant sur ses bords ; E, E, E, 1, barre de fer de 3 centimètres d'épaisseur et 1 décimètre de largeur, placée sur champ ; G, galet en cuivre, glissant librement sur la barre et portant inférieurement un crochet en fer très-solide ; H, corde à la partie inférieure de laquelle est fixée, par un crochet à ressort, la ceinture L, qui y fixe l'ouvrier ; MO, redable.

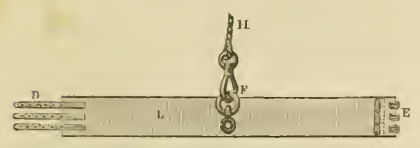


Fig. 299. — Ceinture Darcet.

Détail de la ceinture. L, ceinture ; D, lanières se fixant dans les boucles, E ; F, crochet à ressort (*porte-mousqueton*) fixé à la corde H.

Voici d'ailleurs quel est, d'après M. Lormé, le rendement en savon blanc de 1,000 kilogrammes d'huile en France, en opérant dans de bonnes conditions, c'est-à-dire en employant l'huile d'olive pure et blanche, ainsi que les meilleures qualités de soude artificielle.

Savon blanc très-pur..	1,300 à 1,350	kilogr.
Savon noir ou *gras*....	300 à 350	—
Savon d'écume.......	70 à 100	—

Ainsi 1,000 kilogrammes d'huile d'olive ne produisent, comme maximum, que 1,350 kilogrammes de savon blanc épuré ou 138 kilogrammes de savon blanc ordinaire par 100 kilogrammes d'huile employée (1).

Nous avons vu que dans l'opération de la *madrure* l'ouvrier placé sur un *madrier*, mêle la lessive avec le savon au moyen d'un *redable*. On comprendra que cette manœuvre présente des dangers sérieux pour l'ouvrier, si l'on considère que le manche du *redable* atteint parfois 6 mètres de long, que la chaudière a souvent 5 mètres de profondeur et qu'elle renferme de 12,000 à 15,000 kilogrammes de savon. Les mains, les pieds de l'ouvrier, le madrier sur lequel il marche, sont bientôt recouverts de savon fondu et de lessive, ce n'est qu'avec beaucoup d'efforts qu'il enfonce le *redable* et le retire de cette masse épaisse. On conçoit facilement que les madreurs dans cette situation doivent toujours être en danger de glisser et de tomber dans la chaudière.

Darcet a imaginé de munir l'ouvrier savonnier en train d'exécuter cette opération d'une sorte de *ceinture de sûreté*, qui, en cas de chute, retiendrait l'ouvrier suspendu, et le préserverait de la mort. Les figures 298 et 299 représentent cette ceinture de sauvetage.

Il est à regretter que son emploi ne se soit pas généralisé dans les savonneries.

(1) *Manuel du savonnier.*

CHAPITRE VII

FABRICATION DU SAVON D'ACIDE OLÉIQUE, DU SAVON DE SUIF, DU SAVON DE RÉSINE, DU SAVON A L'HUILE DE COCO.

La description que nous avons donnée de la fabrication du savon marbré et du savon blanc, nous permettra de passer très-rapidement sur la préparation des principales espèces de savon employées dans le commerce et dans les arts. En effet, les opérations sont à peu près les mêmes pour ces diverses fabrications; la différence ne repose que sur les matières premières mises en œuvre. Nous consacrerons ce chapitre aux savons d'acide oléique, de suif, de résine et d'huile de coco, qui sont de tous les savons durs les plus répandus dans l'industrie.

SAVON D'ACIDE OLÉIQUE.

Le savon fabriqué avec l'acide oléique mérite une mention toute spéciale, à cause de la grande importance qu'il a acquise, non-seulement en France, mais dans toute l'Europe et surtout en Amérique.

L'acide oléique est, comme nous l'avons dit dans la Notice sur l'*Éclairage* qui fait partie des *Merveilles de la science* (1), le résidu de la fabrication de la bougie stéarique. Dans le chapitre sur la bougie stéarique, qui fait partie de la même Notice, nous avons donné l'explication chimique de la formation de l'acide oléique provenant du suif (2). Nous rappellerons ici ces mêmes notions en peu de mots.

L'acide oléique et l'acide stéarique s'obtiennent, dans les fabriques de bougie, en décomposant par l'acide sulfurique le savon calcaire provenant de la saponification du suif de mouton ou de bœuf par la chaux. Les acides gras, c'est-à-dire les acides stéarique, margarique et oléique, résultant de cette décomposition, sont lavés à l'eau chaude, qui en élimine l'acide sulfurique, et par le refroidissement ils forment bientôt une masse composée d'acides stéarique, margarique et oléique. Au moyen d'une compression énergique on fait écouler de cette masse l'acide oléique, qui représente à peu près la moitié en poids du suif employé.

C'est cet acide oléique, qui, étant conservé dans les fabriques de bougie stéarique, est vendu aux savonniers pour le transformer en savon.

Assez souvent les fabricants de bougie stéarique transforment eux-mêmes leur acide oléique en savon, de sorte qu'une savonnerie est très-souvent annexée à une fabrique de bougie stéarique.

Nous nous dispenserons d'entrer, à propos de la fabrication du savon à l'acide oléique, dans des détails qui ne seraient qu'une répétition des procédés que nous avons décrits plus haut. Les opérations ne diffèrent que par les quantités ou les qualités des soudes qui servent soit pour la préparation des lessives, soit pour l'empâtage et la coction. Il sera plus utile de faire connaître le rendement qu'on obtient par le traitement de l'acide oléique et sa transformation en savon.

Voici le résultat de 42 cuites de savon d'acide oléique opérées par M. Lormé.

Acide oléique provenant de la saponification calcaire......	1,200 kilogr.
Suif provenant des fabriques de noir animal..............	800 —
	2,000 kilogr.

Ce qui donne pour les 42 cuites, un total de 50,400 kilogrammes d'acide oléique et de 33,600 kilogrammes de suif d'os, ensemble 84,000 kilogrammes de matières grasses. Ces substances ont produit 132,700 kilogrammes de savon, ce qui représente un rendement moyen de 158 kilogrammes de

(1) Tome IV.
(2) *Ibid.* chapitre XIII.



Fig. 300. — Fabrication du savon de suif dans une usine des environs de Paris. (Opérations de la coction du savon et du coulage dans les mises.)

savon pour 100 kilogrammes de matières grasses employées.

Le compte qui précède se rapporte à la fabrication du savon avec l'acide oléique provenant de la saponification des suifs par la chaux. Depuis quelques années, un grand nombre des savonneries françaises et anglaises emploient l'acide oléique provenant de la distillation des suifs, en d'autres termes de la *saponification sulfurique*.

Nous avons décrit, dans notre Notice sur l'*éclairage*, dans les *Merveilles de la science*, le procédé de préparation des acides gras par la distillation (1). Le suif étant d'abord chauffé à une température de 50 à 60 degrés, on le traite par la moitié de son poids d'acide sulfurique à 66 degrés, et la saponification s'opère très-rapidement. Lorsque la réaction est terminée, on lave les acides gras à l'eau bouillante, afin d'enlever l'acide sulfurique. Les acides gras ainsi obtenus sont purifiés par la distillation. On les place dans un bain métallique, et on les distille dans un courant de vapeur d'eau surchauffée. Le produit distillé qui consiste en acides oléique et margarique, est coulé dans des moules en fer-blanc. Après le refroidissement on les soumet à deux pressions, l'une à froid, l'autre à chaud, qui déterminent la séparation complète de l'acide oléique.

L'acide oléique provenant de ce mode de fabrication, conserve une odeur d'huile pyrogénée et empyreumatique ; il est toujours plus coloré que le même acide obtenu sans distillation.

(1) Tome IV, ch. XIV.

Comme l'acide oléique distillé est à meilleur marché que celui qui provient de la saponification calcaire, il donne une assez grande économie pour la fabrication des savons; mais les savons qui en proviennent sont durs, et conservent l'odeur empyreumatique dont sont exempts les savons fabriqués avec l'acide oléique non distillé.

SAVON DE SUIF.

Tout le monde sait qu'on entend par *suif* la graisse des bêtes à cornes, c'est-à-dire du bœuf, du mouton et de la chèvre. Ces corps gras chargés de beaucoup de stéarine, servent à préparer des savons très-solides, mais dont l'odeur est presque toujours désagréable. On a cherché à remédier à cet inconvénient par divers procédés. On a trouvé, par exemple, qu'une dissolution d'alun ajoutée à du suif liquéfié à une douce chaleur, le purifie en précipitant une portion des substances étrangères avec lesquelles il est toujours mêlé. L'alun contribue en même temps à rendre le suif plus solide.

Le suif de mouton est le plus recherché.

On distingue les suifs en *suif en branches* et en *suif fondu*. Les fabricants de savon se gardent bien d'employer le premier, qui contient presque toujours des débris de membranes; car ces matières albuminoïdes sont dissoutes par les lessives caustiques, qui en acquièrent souvent une odeur assez infecte pour qu'on ne puisse plus les employer. Telle est, du moins, l'opinion émise par Pontet dans son *Traité des savons*.

Dans le *Manuel des savonniers*, ouvrage plus récent, M. Lormé dit, au contraire, que le fabricant de savon devrait toujours employer le suif en branches, c'est-à-dire tel qu'on le retire du corps de l'animal, parce qu'on peut alors juger de sa nature et de sa qualité, et que le fabricant serait certain d'avoir ainsi du suif exempt d'altération; tandis qu'il n'en est pas de même pour les suifs fondus, qui sont souvent des mélanges de bons suifs avec des suifs communs qu'on a blanchis par des procédés chimiques, et notamment par des acides. Il faut ajouter que les suifs ainsi mélangés donnent à la saponification des résultats beaucoup moins avantageux que les suifs purs.

Le suif de bœuf est ordinairement d'un blanc jaunâtre, et il donne, lorsqu'on le traite par les lessives de soude, un savon très-blanc et très-ferme. Le suif de mouton est plus compacte, plus blanc et moins odorant que le suif de bœuf, et il donne également un savon très-dur, même trop dur, ce qui force à le mélanger, pendant la saponification, avec une petite quantité d'axonge ou d'huile de coco.

On retire encore du suif des tripes et des abatis des boyauderies où sont traités les intestins des bœufs, des moutons et des chevaux. Enfin des quantités assez considérables de suif sont extraites des os. Tant il est vrai que l'industrie s'attache à tout recueillir, à ne laisser rien perdre de ce qui peut offrir quelque valeur marchande! Pour ne parler que des boyauderies, nous rappellerons que les intestins des animaux, après avoir servi à faire les enveloppes des saucissons, des cordes de violon, etc., laissent des résidus graisseux. Ces résidus sont transformés en suif, qui trouve son emploi dans les savonneries.

Les suifs, à eux seuls, ne donnent pas de bons savons; mais, comme nous le verrons, ils conviennent parfaitement pour opérer des mélanges, et alors ils permettent de diminuer le prix des produits obtenus.

Le suif de Paris se vend en pains de 20 à 30 kilogrammes. Les suifs d'Irlande, d'Allemagne et de Russie s'expédient généralement en *boucauts*, de la contenance de 500 à 600 kilogrammes; celui d'Irlande est en réputation. Le suif de Russie est souvent à meilleur marché, parce que les chandeliers l'emploient rarement; ils prétendent

qu'il ne blanchit pas aussi facilement que les autres. M. Decroos dit que la quantité plus ou moins considérable de graisse de bœuf ou de mouton, dont se compose le suif fondu, fait varier sa qualité. Moins il y entre de suif de mouton, et plus il doit être apprécié dans la fabrication du savon. C'est sous ce rapport qu'il peut être avantageux de se procurer du suif de Russie. M. Decroos ajoute que le suif qui a une teinte jaunâtre doit être préféré à celui dont la couleur est plus blanche. Ces espèces de suif donnent beaucoup de glycérine par leur combinaison avec les lessives alcalines.

Arrivons à la préparation du *savon de suif*.

Pour préparer ce savon, on coupe le suif en morceaux et on en introduit environ 900 kilogrammes dans une chaudière en fer battu. On verse dans cette chaudière 400 à 450 litres de lessive caustiquefaible (lessive de sel de soude à 10°), et l'on a l'*empâtage* en entretenant une ébullition modérée, pendant qu'on active la saponification en agitant la masse avec un redable.

La figure 300 donne l'aspect exact d'une usine des environs de Paris, dans laquelle on prépare du savon de suif.

Le *relargage* se pratique de la manière déjà décrite pour les autres savons. Mis en contact avec la dissolution du sel marin, le savon se contracte, et la séparation s'opère. Celle-ci étant terminée, on laisse écouler la lessive, et l'on procède à la cuite.

Après quelques heures d'ébullition, on augmente le feu ; la lessive en excès acquiert plus de densité ; et la pâte suffisamment saturée, s'en sépare.

On cherche à masquer l'odeur *sui generis* du savon de suif, en mettant dans ce savon, pendant qu'il est encore fluide, des arômes agréables, en y versant des essences de thym, de serpolet, de lavande, etc., ce qui le fait alors entrer dans la catégorie des savons de toilette.

On peut aussi masquer l'arôme désagréable du savon de suif par une addition d'essence de térébenthine.

Le suif d'os est d'un emploi très-avantageux comme rendement, dans la fabrication des savons. D'après M. Lormé, 100 kilogrammes de ce suif produisent, en moyenne, 165 kilogrammes de bon savon ; et, lorsque le suif est de très-bonne qualité, le rendement atteint 170 kilogrammes.

SAVON DE RÉSINE ET SAVON JAUNE.

Il y a bien longtemps que les résines ont pris une large place dans la fabrication des savons. Poutet disait, dans son *Traité des savons* publié à Marseille en 1828, que le savon que produisent les résines, est d'une odeur forte, et ne saurait être employé sans inconvénient ; car le linge ou les mains qu'on lave au moyen de ce savon, conservent un léger enduit de résine. Cependant, depuis l'époque où écrivait l'excellent praticien, les savonniers français, s'inspirant de l'expérience acquise par les fabricants anglais, emploient d'assez grandes quantités de résine, en la mélangeant avec divers corps gras. Ils obtiennent, par ce mélange, d'excellents savons, principalement des savons jaunes, qui sont très-estimés pour les usages domestiques ; et qui, pour le savonnage du linge, donnent une écume forte et abondante, même avec l'eau de mer.

Voyons d'abord ce que l'on entend par résine, au point de vue chimique.

Les résines sont des matières inflammables, grasses et onctueuses, d'une odeur et d'une saveur plus ou moins prononcées, demi-transparentes, d'une couleur jaunâtre, brûlant avec une flamme jaune et une fumée noire. Elles découlent naturellement de cer-

tains arbres, tels que le Pin, le Sapin, le Mélèze, le Lentisque, le Térébinthe, etc. On obtient plus facilement les résines en pratiquant dans l'écorce des arbres qui les renferment, des incisions profondes et longitudinales.

Dans le commerce, les résines portent habituellement le nom de *térébenthines*. La *térébenthine de Venise* provient du *Pinus larix* (mélèze). La *térébenthine de Suisse*, recueillie principalement dans le Tyrol, exsude du *Pinus picea*. Celle de Bordeaux provient du *Pinus maritima*, qui croît dans les terrains avoisinant la mer, et surtout dans les landes de la Gironde. La résine du pin de la Gironde est connue particulièrement sous le nom de *galipot*.

La térébenthine doit être achetée en *sortes*, c'est-à-dire choisie avec soin et sans mélanges terreux.

Le *galipot* se retire de la résine du pin de la Gironde. Soumise à la distillation, cette résine donne l'huile essentielle qu'elle renferme, c'est-à-dire l'*essence de térébenthine*, et laisse comme résidu la résine connue sous le nom de *colophane*, ou d'*arcanson*.

Voici comment se préparent ces deux importants produits de notre industrie, c'est-à-dire l'essence de térébenthine et l'*arcanson*, ou colophane.

On prend le *galipot*, c'est-à-dire la résine brute du pin ; on la fait fondre au feu, et on la fait passer à travers un filtre de paille, qui retient la matière terreuse. On place la résine ainsi recueillie dans des appareils distillatoires, en la mêlant à une certaine quantité d'eau. Pendant toute la durée de la distillation, un filet d'eau coule dans la chaudière, pour remplacer celle qui s'évapore. Les deux vapeurs d'eau et d'essence de térébenthine se condensent ensemble dans des récipients refroidis qui font suite à l'alambic.

L'essence de térébenthine, qui est plus légère, surnage, et on l'enlève.

Cette essence trouve de nombreux emplois dans l'industrie.

Le résidu des matières, plus ou moins solides, restées au fond de la chaudière, étant coulé dans du sable, forme une masse, qui prend le nom d'*arcanson*. C'est cet *arcanson* qui est employé dans la préparation des savons résineux.

Les savons résineux ne sont pas destinés à être employés purs. Ils ne servent qu'à entrer dans la composition des savons *jaunes* ou *bruns*, et de plusieurs *savons de toilette*. En effet, la résine seule ne formerait avec les lessives caustiques de potasse ou de soude que de bien mauvais savons. Il faut donc, pour tirer parti des résines dans la fabrication des savons, leur adjoindre du suif ou d'autres substances grasses.

Ce sont ces manipulations particulières que nous allons décrire.

Les Anglais sont arrivés à préparer un savon de suif et de résine très-apprécié, par une méthode aussi expéditive qu'économique. Voici, d'après M. Lormé, les proportions de matières que les fabricants de l'Angleterre emploient pour préparer leur *savon jaune*, ou *savon résineux*.

Suif blanc................	490 kilogrammes.
Huile de palme............	100 —
Résine en poudre.........	200 —
Lessive caustique de soude.	700 litres à 25°.

On introduit toutes ces matières en même temps, dans une vaste chaudière autoclave, et on soumet le mélange à une ébullition d'une heure, sous une pression de deux atmosphères, ce qui correspond à une température de 122° centigrades. Au bout de ce temps, le savon étant entièrement cuit, on le coule dans les mises, où il se prend en masse par le refroidissement (1).

M. Lormé, après avoir rapporté ce pro-

(1) *Manuel du Savonnier.*

cédé, fait remarquer que par sa simplicité, comme par l'économie de main-d'œuvre et de lessives qu'il procure, ce mode de fabrication mériterait d'être appliqué en France. Il serait tout au moins à désirer que nos fabricants en fissent l'essai, pour en constater les résultats, comparativement avec les procédés français.

Nous venons de donner la manière de préparer le *savon jaune* dans une chaudière autoclave. Voici un autre procédé plus simple, également suivi en Angleterre.

On commence par fabriquer un savon de suif comme nous l'avons indiqué. Quand la saponification du suif est complète, on ajoute 50 à 60 p. 100 de belle résine, concassée en petits morceaux. Après cette addition, un ouvrier muni d'un redable et placé sur une planche qui traverse la chaudière, brasse le mélange, jusqu'à ce que la résine soit entièrement dissoute et saponifiée.

Lorsque la pâte a acquis une belle couleur jaune, et qu'en la versant avec une truelle sur un corps froid, elle acquiert instantanément une consistance ferme, on a la preuve que la pâte est bien cuite, et la résine complétement saponifiée.

On termine l'opération comme avec les autres savons. La *liquidation* est produite au moyen de lessives à 7 ou 8°. Le savon alumino-ferrugineux se précipite, on enlève les écumes, et le savon est versé dans des moules en bois ou en fer-blanc, qui peuvent s'ouvrir par les côtés, et par le fond, pour en retirer le savon solide et consistant.

Le bon marché des savons anglais tient à ce qu'ils sont fabriqués avec le suif et la résine. Telle est la composition de ces *barres de savon*, que le commerce anglais introduit en France depuis quelques années.

Passons à la préparation des savons de résine chez nos fabricants français.

La résine, privée de l'huile volatile, se dissout assez rapidement dans la lessive de soude bouillante, et forme un savon transparent lorsqu'il est chaud et étendu d'une assez grande quantité de lessive. Quand on le sépare de cette dissolution aqueuse par une addition de sel marin, il se rassemble à la superficie en une masse consistante opaque, et d'une couleur jaunâtre.

La lessive étant écoulée (*épinage*) et la coction opérée avec des lessives fortes, le savon reste à peu près dans le même état. Seulement, quand on le sépare totalement de la lessive, après sa parfaite coction, il a la mollesse et la viscosité de la glu.

Aussi ce savon de résine ne saurait-il être employé sans addition d'autres substances. Il conserverait toujours une odeur forte de résine, qui resterait attachée aux mains et au linge. Mais quand on le mélange avec du savon de suif, on obtient un savon connu sous le nom de *savon jaune*. Ce savon est d'autant plus avantageux pour le lessivage que la résine lui donne beaucoup de solubilité. Il mousse infiniment mieux dans l'eau que tous les autres savons.

SAVON A L'HUILE DE COCO.

La noix du Palmier cocotier contient un liquide sucré dont les habitants des colonies sont très-friands. Ce liquide qui est renfermé dans le creux ovale de la noix du Palmier (*coco*), rappelle un peu le lait par sa constitution chimique. L'amidon et l'huile qu'il renferme sont, en effet, les analogues du beurre et du glucose qui existent dans le lait des animaux.

C'est la noix du Palmier cocotier de Ceylan qui produit l'huile ou le *beurre de coco* le plus estimé.

On obtient l'huile, ou le *beurre de coco*, en faisant bouillir dans l'eau les noix de Palmier, préalablement concassées : bientôt l'huile se sépare du fruit et surnage le liquide, ce qui permet de la retirer. Un second procédé consiste à triturer et à broyer les

noix, et à les soumettre ensuite à une forte pression, en les maintenant dans des sacs de laine. Les sacs laissent bientôt suinter l'huile, qui est recueillie dans des jarres. Le refroidissement la fait très-rapidement figer.

L'huile de coco se combine très-facilement avec la soude et donne d'excellents savons. Aussi l'introduction de cette huile dans les savonneries fut-elle d'abord considérée comme très-précieuse pour cette industrie; mais la fraude tira bientôt un parti déplorable de l'huile de coco. On avait remarqué que l'adjonction de ce corps gras aux savons de suif ou d'huile d'olive, leur donnait plus de blancheur, et augmentait leurs propriétés émulsives. L'huile de coco joua bientôt un rôle des plus fâcheux dans la fabrication des savons. Cette huile communique, en effet, aux savons blancs dans lesquels elle entre, la propriété de se charger d'une grande quantité d'eau, sans leur faire perdre cette dureté qui est l'indice ordinaire qu'ils ne renferment que la quantité d'eau normale.

« On conçoit, dit M. Balard, dans son *Rapport au jury de l'Exposition de* 1862, quel abus de cette propriété ont dû faire les fabricants qui cherchent à donner à leurs produits l'attrait d'un bon marché, que le consommateur ne sait pas n'être qu'un *bon marché fictif* (1).

« Dans les savons faits avec des corps gras d'origine animale et qui se prêtaient mal à une telle surhydratation, on a ajouté de l'amidon, de l'argile, du kaolin, des os broyés, enfin, du sulfate de baryte, dont l'introduction dans le savon, sous le nom de *sel minéral*, a même été brevetée et présentée comme un perfectionnement.

« Les partisans de tous ces mélanges allèguent la préférence que certaines blanchisseuses donnent à ces savons altérés sur des savons plus purs. Mais quand même cette préférence serait bien constatée, tout ne serait pas dit pour cela. Il ne suffit pas qu'un savon soit d'un emploi économique et commode pour le blanchisseur, il faut surtout qu'il n'attaque point le tissu, ce dont le blanchisseur se préoccupe généralement peu.

« *Ce que le consommateur achète sous le nom de savon doit n'être que du savon,* et, quelle que soit l'importance des établissements qui tendent à répandre ces produits complexes, le jury central ne peut, par des récompenses, les encourager à marcher dans cette voie (1). »

Un grand nombre de fabricants, loin de tenir compte de ces justes observations, ont pratiqué les fraudes sur une échelle de plus en plus large. D'après M. Lormé, la plupart des savons de coco qui sont fabriqués à Paris et dans la banlieue, sont chargés d'une quantité considérable de lessive, de sel marin et d'eau; de telle sorte que certains fabricants font *sept à huit cents* kilogrammes de savon avec *cent* kilogrammes seulement d'huile de coco, tandis que le rendement normal du bon savon varie de 150 à 170 p. 100 des matières grasses.

« On objecte sans doute, dit M. Lormé, que la nature tout exceptionnelle de l'huile de coco ne permet pas de traiter cette huile comme les autres matières grasses. ce qui est vrai; mais ce qui est également vrai, c'est qu'on ne peut obtenir des rendements aussi considérables que ceux que nous venons d'indiquer qu'au détriment des qualités essentielles du savon. Aussi, malgré leur bas prix, ces savons se placent difficilement, et sont rarement employés dans l'industrie, ce qui prouve évidemment qu'il faut laisser au bon sens public le soin de faire justice d'une fabrication qui ne repose pas sur des bases loyales (2). »

(1) Quelques brevets, pris pour de prétendus perfectionnements, n'avaient en réalité pour objet que la falsification du savon. On peut classer au même rang la fabrication du *savon d'os*, du *savon de poisson*, etc., simples falsifications du savon par la gélatine et le phosphate de chaux. D'autres procédés analogues consistent à introduire dans le savon de l'argile, de la terre à foulon ou d'autres substances de même nature

Le savon nommé *savon silicatisé* qui se fabrique à Liverpool, sur une grande échelle, se fait en mélangeant avec un savon solide à l'état de fusion un silicate de soude basique, préparé en faisant bouillir dans un vase clos, grâce à une forte pression, avec de la soude caustique, du silex pulvérisé. Il est évident que ce savon possède des propriétés très-énergiques pour le nettoyage; mais il fait éprouver à la main un grattement désagréable, et au linge une détérioration rapide.

(1) *Compte rendu du jury de l'Exposition de Londres*, 1862.

(2) *Manuel du Savonnier.*

Nous n'avons pas besoin de dire que ces savons subissent un déchet considérable peu de temps après leur fabrication. Lorsque la température s'abaisse, ils se couvrent d'efflorescences salines.

Il ne faudrait pas conclure de ce qui précède qu'il n'existe pas de savon à l'huile de coco loyalement fabriqué ; il est bon seulement de savoir que c'est celui qui se prête le plus facilement à la fraude.

Pour fabriquer du savon à l'huile de coco, on fait fondre l'huile à une douce température, et on y verse une certaine quantité de lessive caustique de soude. Le mélange est ensuite soumis à l'ébullition pendant trois ou quatre heures, en ayant soin d'ajouter de temps en temps quelques nouvelles portions de lessives. On ne fait ni *relargage*, ni *épinage;* tout se borne à la *coction*.

Lorsque la pâte a acquis assez de consistance, elle est placée dans des *mises* en bois. Elle y reste pendant une huitaine de jours. Après cet intervalle, le savon devenu solide, est divisé en plaques de 9 centimètres d'épaisseur, qui sont ensuite découpées en briques carrées, pesant environ 500 grammes.

On connaît dans le commerce quatre sortes de savons à l'huile de coco, qui ne diffèrent que par la couleur. Pour les savons *blancs*, il ne faut rien ajouter à la composition que nous venons d'indiquer ; — les savons *roses* s'obtiennent par une addition de vermillon ; — pour les savons *gris*, on ajoute à l'huile de coco de l'huile de palme, et on introduit dans le mélange de l'acide azotique et des rognures de zinc, qui par leur réaction mutuelle dégagent de l'acide nitreux, dont les vapeurs colorent la matière ; — enfin pour les savons *jaunes*, on ajoute de l'huile de palme de couleur orangée et du roucou délayé dans de l'eau.

Quelles que soient les précautions prises par les fabricants pour dissimuler son origine, on reconnaitra toujours un savon à l'huile de coco à l'âcreté qu'il produit lorsqu'on en dépose un fragment sur la langue, et à l'odeur aigre qu'il exhale lorsqu'on l'emploie aux usages de la toilette.

Le savon de coco est, en résumé, un assez triste produit de l'industrie moderne.

CHAPITRE VIII

LE SAVON AMYGDALIN. — LE SAVON AMMONIACAL OU BAUME OPODELDOCH. — LES EMPLATRES OU SAVONS MÉTALLIQUES. — EXTRACTION DU SAVON DES EAUX QUI ONT SERVI AU SAVONNAGE DES DRAPS.

Nous réunirons dans ce chapitre quelques espèces de savons qui ont moins d'importance que les précédents, si l'on considère leur rôle dans l'industrie, mais que nous ne voulons pas passer sous silence, parce qu'ils complètent l'ensemble des produits que nous avons à décrire, et parce qu'ils achèveront de bien fixer les idées de nos lecteurs sur la théorie chimique de la composition des savons. A ce titre nous avons à parler des *savons amygdalins*, du *savon ammoniacal* et des *emplâtres*.

Nous parlerons ensuite de l'intéressante opération industrielle qui consiste à retirer le savon des eaux qui ont servi au savonnage.

Savon amygdalin. — On désigne en pharmacie, sous le nom de *savon amygdalin*, le savon adoucissant préparé avec de l'huile d'amandes douces. On sait que l'huile d'amandes douces s'obtient en pilant dans un mortier des amandes douces privées de leur enveloppe rugueuse et sèche. La pâte résultant de ce broyage au pilon, est placée dans des sacs en toile, qu'on soumet à une forte pression, afin de recueillir toute l'huile qu'ils contiennent.

Pour préparer le *savon amygdalin*, on pèse,

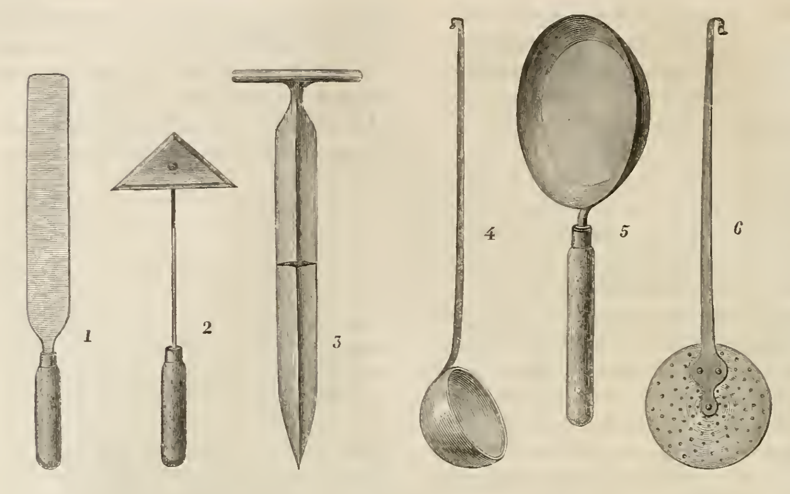


Fig. 301 à 307. — Outils du savonnier dans les fabriques du nord de la France.

1. Spatule en acier. — 2. Racloir (triangle). — 3. Poignard pour découper le savon. — 4. Cuillère. — 5. Poêle. — 6. Écumoire.

dans un vase de faïence ou de terre cuite, 210 parties d'huile d'amandes douces, et à part 100 parties de lessive de soude caustique, marquant 36 degrés à l'aréomètre de Baumé, c'est-à-dire au *pèse-sels*. On verse la lessive par portions, en agitant le mélange avec une spatule de bois blanc, jusqu'à ce que l'huile soit bien combinée avec la soude, et que la masse ait acquis la consistance d'une graisse molle. Alors on coule ce savon, encore mou, dans des moules de bois blanc, garnis intérieurement de papier, et mieux encore dans des moules de faïence. Lorsqu'il a acquis une consistance solide, on retire le savon des moules.

Ce savon, s'il a été préparé à froid, n'est propre aux usages de la médecine que deux mois après qu'il a été fait. Mais lorsqu'il a été préparé à chaud, il ne contient que la proportion de l'alcali nécessaire à l'entière saponification de l'huile, et on peut l'employer le jour même où il a été préparé.

Le *savon d'huile d'amandes douces* rancit plus promptement que celui d'huile d'olive.

Savon ammoniacal. — C'est un savon soluble employé en pharmacie, et connu également sous le nom de *liniment volatil*, ou de *baume Opodeldoch*. Le Codex français recommande pour le préparer, huit parties d'huile d'amandes douces et une partie d'ammoniaque liquide.

Les liniments pharmaceutiques s'emploient en frictions et sont propres à adoucir, à amollir les tissus, et conséquemment à résoudre les inflammations ou à calmer les douleurs.

Emplâtres ou savons métalliques. — Désignés en pharmacie sous le nom d'*emplâtres*, les savons d'oxydes métalliques sont d'un fréquent usage en médecine. On n'emploie pour les préparer que de l'huile d'olive et des graisses. Si l'on faisait entrer dans leur composition des huiles de graines, on n'ob-

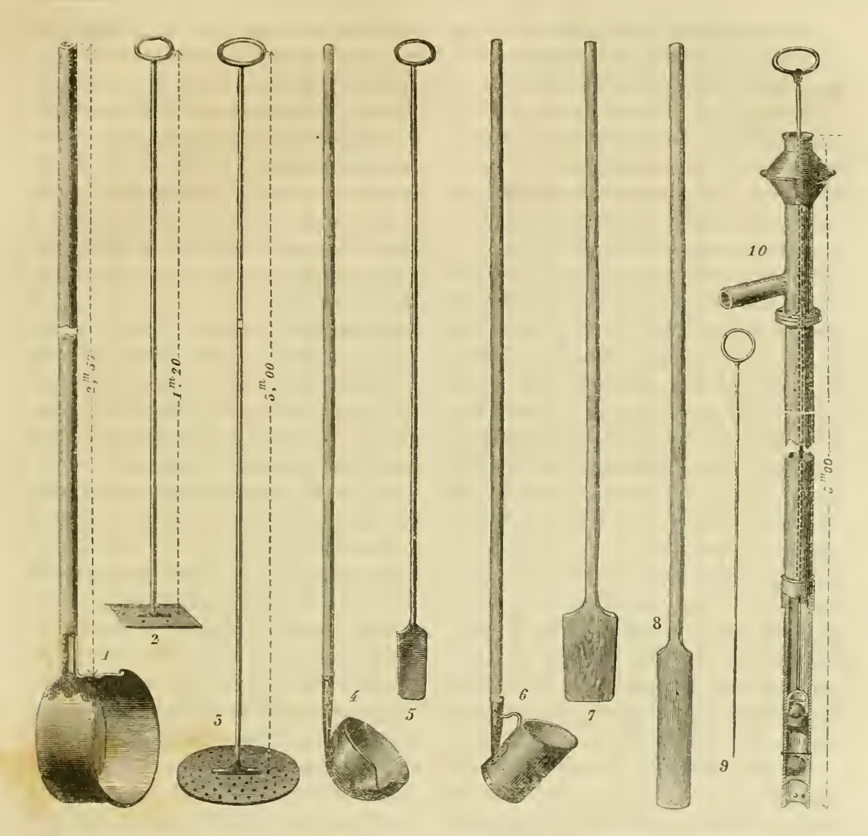


Fig. 307 à 316. — Outils du savonnier dans les fabriques du nord de la France.

1. Déversoir à manche creux. — 2. Petite mouvette. — 3. Grande mouvette. — 4. Cuillère à bec. — 5. Pic. — 6. Puisard. — 7. Spatule en bois. — 8. Autre spatule en bois. — 9. Aiguille. — 10. Pompe (soupape à boulets).

tiendrait que des emplâtres mous et colorés.

L'emplâtre que l'on prépare le plus souvent en pharmacie, est l'*emplâtre simple*, dont la base est l'oxyde de plomb. Il est formé de stéarate et d'oléate de plomb. C'est donc un *savon d'oxyde de plomb*, comme le savon ordinaire est un oléate et un stéarate de soude. Ainsi que tous les savons métalliques, il est insoluble dans l'eau, tandis que les savons alcalins sont solubles.

On prépare, en pharmacie, le *savon d'oxyde de plomb*, ou l'*emplâtre simple*, de deux manières :

1° Par double décomposition chimique, en mêlant une dissolution de savon ordinaire avec une dissolution d'acétate de plomb. Il se fait, par ce mélange, une double décomposition, d'où résultent de l'acétate de soude soluble, du stéarate et de l'oléate de plomb insolubles qui constituent l'emplâtre.

2° En chauffant l'oxyde de plomb (litharge) avec les huiles et les graisses, mélangées d'une certaine quantité d'eau.

Les emplâtres préparés par ce dernier moyen, c'est-à-dire avec le secours de la chaleur, et en mettant en présence, par l'intermédiaire de l'eau, les graisses et l'oxyde de plomb, sont les plus usités ; seulement leur préparation exige des soins particuliers.

On fait bouillir ensemble de l'huile d'olive, de la graisse de porc et de la litharge, prises à parties égales, avec addition d'une quantité indéterminée d'eau. Le mélange, de rouge qu'il était, commence par passer à la couleur rose ; ensuite il prend une teinte blanc grisâtre. Enfin il acquiert beaucoup de blancheur et de consistance. Il faut ajouter de l'eau au mélange, à mesure que celle qui est placée dans la bassine disparaît par l'évaporation.

Pour s'assurer de la cuite de l'emplâtre, on en coule un peu dans l'eau froide. Lorsqu'on n'y aperçoit plus de litharge, et qu'en le malaxant, l'emplâtre n'adhère plus aux doigts, on juge que l'opération est achevée. On le sépare alors de l'eau, qui n'a servi que de bain-marie.

Cette eau est trouble et a une saveur sucrée, car elle contient la glycérine, qui prend toujours naissance dans la saponification d'un corps gras, ainsi que nous l'avons expliqué dans le chapitre consacré à la théorie chimique de la saponification.

On malaxe l'emplâtre dans l'eau froide, et on en forme de petites masses, désignées sous le nom de *magdaléons*.

Il ne faut pas préparer beaucoup d'emplâtre simple à la fois, car il rancit au bout de quelques mois.

L'*emplâtre brûlé* (*onguent de la mère*), s'obtient en faisant chauffer des graisses jusqu'à ce qu'elles fument; ce qui indique qu'elles commencent à se décomposer par l'excès de chaleur. Alors seulement on y ajoute de la litharge bien pulvérisée. Il se manifeste, au moment de la combinaison, un boursouflement considérable de la masse. Cet effet provient du dégagement du gaz acide carbonique que la litharge contient toujours, et qui se dégage quand l'acide gras, se combinant à l'oxyde de plomb, décompose le carbonate de plomb. Cet acide carbonique avait été lui-même emprunté à l'acide carbonique de l'air, qui avait fait passer en partie la litharge à l'état de carbonate de plomb.

On continue de chauffer jusqu'à ce que l'oxyde de plomb soit entièrement saponifié par le corps gras et que l'emplâtre ait acquis une couleur brune. On laisse alors la masse emplastique se refroidir à demi, et on la verse dans des moules de papier.

On nomme, en médecine et en pharmacie, *emplâtre diapalme* un emplâtre détersif et résolutif.

On le préparait autrefois en remplaçant l'eau, qui sert à la préparation de l'emplâtre simple, par une décoction de feuilles ou *régime* de palmier : de là est venu son nom de *dia-palme*. Aujourd'hui on le confectionne en faisant un mélange d'emplâtre simple, de cire et de sulfate de zinc. Ce dernier sel blanchit le mélange, parce qu'il se forme, par double décomposition, du savon de zinc et du sulfate de plomb, qui sont blancs tous les deux.

Cet emplâtre a l'inconvénient de durcir beaucoup, et de se foncer en couleur, surtout à la surface. Il diminue aussi de poids, en perdant l'humidité qu'il contient toujours, quelque soin qu'on ait mis à le malaxer. Cette disparition de l'eau est la cause de la couleur foncée que cet emplâtre acquiert par le temps. C'est pour cette même raison, d'ailleurs, que les savons ordinaires à base de soude noircissent un peu avec le temps.

Savon retiré des eaux ayant servi au savonnage. — Chaptal avait proposé depuis longtemps de retirer le savon en nature en

traitant par des lessives faibles la vieille laine, les recoupes et tous les déchets de drap qui avaient été soumis à l'action du savon dans les fabriques. Il conseillait de jeter ces débris dans une lessive caustique, jusqu'à ce que la lessive ne pût dissoudre davantage de corps gras.

De nos jours, on a généralisé le procédé de Chaptal en l'appliquant aux *eaux savonneuses* qui proviennent du dégraissage des laines par le savon, dégraissage qui s'exécute dans toutes les fabriques de draps. On a seulement remplacé les lessives par les acides faibles employés pour décomposer le savon qui existe dans ces eaux.

M. Houzeau-Muiron, de Reims, a démontré par sa propre pratique, qu'on peut extraire les matières grasses contenues dans ces eaux, en les traitant par l'acide sulfurique.

Voici comment on procède à ce curieux recouvrement du savon, qui était autrefois perdu dans les eaux de lavage.

On conserve les eaux savonneuses dans de grandes cuves de bois blanc doublées en plomb, et quand on veut en extraire la faible quantité de savon qu'elles retiennent, on y verse de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique, pour saturer complétement la base alcaline ; cette saturation se fait assez promptement si l'on a soin de remuer constamment le mélange. L'acide sulfurique s'empare de la soude du savon, et les acides gras, oléique, stéarique, margarique, ainsi rendus libres, se trouvent rassemblés, au bout de quelques heures, à la surface de l'eau. On les recueille à l'aide d'écumoires, et on les jette dans une chaudière en cuivre, chauffée à grand feu.

Elles s'y divisent en deux couches : celle qui descend au fond de la chaudière n'est qu'un dépôt boueux ; celle qui surnage est fluide, limpide, et propre à une saponification immédiate.

Le dépôt boueux contient encore de l'huile, qu'on en retire en plaçant ce résidu dans des sacs de laine que l'on met à la presse : l'huile suinte à travers les mailles. On la recueille sur des baquets. Après le suintement et afin qu'aucune partie d'huile ne soit perdue, les sacs sont placés entre des plaques chauffées, et soumis à une pression plus énergique.

L'extraction de l'huile contenue dans les eaux savonneuses, a pris un grand développement dans les centres industriels où on se livre à la fabrication des draps. M. Lormé dit, dans son *Manuel du Savonnier :* « Nous avons vu, sur les frontières de la Prusse, une fabrique considérable de savon, dont le travail était uniquement basé sur l'emploi des matières grasses extraites des eaux savonneuses produites par les importantes manufactures de Vervins, l'une des villes les plus industrieuses et les plus florissantes de la Belgique. »

Ce curieux procédé est digne d'être médité. Il prouve que les mêmes matières grasses peuvent, pour ainsi dire, être transformées indéfiniment en savon, puisqu'il suffit de séparer les acides gras des eaux savonneuses qui ont servi au nettoyage des draps, et de saponifier de nouveau ces acides gras par les lessives caustiques, pour reconstituer le savon.

Ainsi, par cette opération chimique, les mêmes acides gras entrent dans le savon et en sortent d'une façon continue, et il n'y a de perdu que l'alcali. Ce roulement indéfini d'une matière organique utile, est un des plus étonnants résultats de l'industrie contemporaine.

CHAPITRE IX

LES SAVONS MOUS : LEUR COMPOSITION ET LEUR MODE DE FABRICATION.

Nous avons dit que les savons durs sont toujours à base de soude ; les savons mous, au contraire, sont toujours à base de po-

tasse. Qu'ils soient formés avec des graisses ou avec des huiles, ils restent toujours mous et pâteux. Dans le commerce, on les connaît également sous le nom de *savons noirs* ou de *savons verts.*

La cause de la différence qui existe entre les savons à base de soude et ceux à base de potasse, c'est leur mode respectif de combinaison avec l'eau.

« Les premiers, dit M. Dumas, dans son *Traité de Chimie* absorbent une grande quantité d'eau, et la solidifient ; les autres s'unissent aussi avec une plus grande quantité d'eau, mais restent mous : cette moindre cohésion les rend beaucoup plus solubles, aussi est-il impossible de les séparer de la lessive, et l'opération du *relargage* ne peut-elle être pratiquée, à moins qu'on n'emploie pour cela des lessives très-salées. Mais dans ce cas, il s'effectuerait une double décomposition; la soude remplacerait la potasse, et les savons en seraient durcis. »

Nous décrirons en peu de mots la fabrication des savons mous.

Les huiles généralement employées dans la fabrication du savon mou, sont celles que l'on extrait des graines oléagineuses.

Les chaudières sont composées de plaques de fer battu, rivées les unes aux autres.

On commence par mettre dans la chaudière la moitié de l'huile qu'on destine à une cuite. On allume le feu, et lorsque l'huile commence à être chaude, on y mêle de la lessive. On porte à l'ébullition, et peu à peu on ajoute le reste de l'huile et de la lessive.

Si l'on commence par employer trop de lessive, la liaison ne se fait pas; si les lessives sont trop fortes, le mélange se résout en grumeaux ; si elles sont trop faibles, la liaison reste imparfaite.

La quantité de lessive qu'on emploie dans une cuite est dans le rapport de huit à cinq par rapport à celle de l'huile :

200 parties d'huile et 125 de potasse fournissent 325 parties de savon mou.

Lorsque la liaison est bien faite, et que les grands bouillons de liquide sont passés, la matiere doit s'éclaircir, c'est-à-dire qu'il ne doit plus y avoir de grumeaux. Dès qu'on en est à ce point, il ne reste plus qu'à donner à la matière la cuisson convenable. Le savonnier juge du degré de cuisson à l'épaississement, à la couleur, et au temps que le savon met à se figer.

Le savon mou le plus recherché est d'un brun tirant sur le noir.

Cette couleur est, d'ailleurs, tout artificielle. Les savonniers de la Flandre, où s'exerce surtout cette industrie, avant de terminer la cuisson, colorent le savon, en jetant dans la chaudière 500 grammes de sulfate de fer, 250 grammes de noix de galle, et 250 grammes de bois de campêche, qu'on a fait bouillir avec de la lessive. Or le sulfate de fer, le bois de campêche et la noix de galle produisent, par leur mélange, un précipité noir qui n'est autre chose que l'encre. Le savon noir de Flandre est donc coloré réellement par de l'encre.

Lorsque le savon est fait avec de l'*huile jaune*, on lui donne une couleur verte en versant dans la lessive une dissolution d'indigo.

Ce savon reste toujours à l'état de pâte molle, ce qui force le fabricant de l'expédier dans des tonneaux.

D'après tout ce qui vient d'être dit, on voit que le savon mou est préparé sans *relargage* ni *épinage.* L'huile et la lessive forment un tout, qui prend une consistance convenable, si l'on a soin de saturer la pâte de la quantité d'alcali strictement nécessaire pour opérer la complète saponification de l'huile.

Selon M. Dumas :

200 parties d'huile exigent pour leur saponification :

72 de potasse d'Amérique en lessive marquant 15° à l'aréomètre.

Et l'on obtient environ 400 parties de savon bien cuit.

D'après le docteur Ure, 200 parties d'huile peuvent donner 460 parties de bon savon, en moyenne. Au reste, les savons verts ou noirs,

renferment des proportions d'eau qui varient entre 46 et 52 pour 100.

Un mode de fabrication des savons mous plus en rapport avec l'état actuel de la science a été mis en usage par M. André Lormé, frère de l'auteur du *Manuel du Savonnier*, que nous avons plusieurs fois cité. L'auteur de cet ouvrage décrit en ces termes ce procédé.

« Les matières premières sont l'acide oléique non distillé, l'huile de palme et la lessive de potasse d'Amérique à 25° Baumé. Voici les proportions les plus usitées pour obtenir un savon de qualité supérieure.

Acide oléique.....	400	kilog.
Huile de palme....................	100	—
Lessive de potasse à 25°...........	1,000	—

« On opère la fusion des matières grasses à une douce température dans une chaudière de la quantité de 18 à 20 hectolitres. On ajoute d'abord 500 litres de lessive à 25 degrés et on soumet le mélange à une douce ébullition. Lorsque les matières sont bien empâtées, on ajoute successivement et par portions de 50 litres à chaque fois le restant de la lessive à employer. On continue à faire bouillir modérément, et on essaye de temps en temps la pâte par les moyens ordinaires. Lorsque le savon est arrivé au point de cuite désiré, on enlève le feu et on le laisse reposer dans la chaudière pendant quelques heures. Ce savon est d'une belle couleur jaune; s'il doit être coloré en vert, on y ajoute une quantité suffisante d'indigo en poudre qu'on y incorpore par une agitation suffisamment prolongée; lorsqu'on a obtenu la nuance voulue, on coule le savon dans des tonneaux qu'on a préalablement disposés pour le recevoir. A Paris, ce savon est ordinairement enfermé dans des tonneaux de la capacité de 100 litres environ.

« Le savon ainsi préparé est très-recherché dans le commerce. Il est, comme nous l'avons dit, d'une consistance plus épaisse que celui obtenu par la saponification des huiles végétales. On en emploie depuis quelque temps des quantités considérables pour le désuintage des laines et le blanchissage du linge du ménage. Pour ce dernier et récent emploi, il remplace avec avantage le sel de soude ; son action plus détersive et moins corrosive que celle de ce sel altère beaucoup moins la fibre des matières textiles.

« Des proportions de matières employées, on obtient, en moyenne, 1,250 kilog. de savon, soit un rendement de 250 pour 100 de matières grasses. »

Comme on le voit, l'acide oléique entre ici, et par exception, dans la préparation des savons mous à base de potasse.

En Angleterre, on ajoute souvent une certaine quantité de suif aux huiles qui servent à la préparation des savons mous. On obtient alors un savon transparent, mais qui contient de petits grains de stéarate et de margarate solides. Il paraît que la préparation de ce savon granulé est un des tours de main les plus difficiles de l'art du savonnier.

S'il faut en croire, M. Léon Droux, qui a installé en France plusieurs savonneries, et qui a pour lui la théorie et la pratique, c'est en Hollande que se fabriquent avec le plus de soins les savons mous.

« Plusieurs usines françaises, dit cet ingénieur, livrent bien à la consommation industrielle des savons d'excellente qualité ; mais les savons hollandais fabriqués avec les huiles de graisses sont plus transparents, moins alcalins, d'une plus longue durée de consommation, et peuvent à juste titre être pris pour types de savons parfaits. La potasse de Russie, celle d'Amérique, et les soudes anglaises de Newcastle sont presque les seuls alcalis employés en Hollande ; il n'en faudrait pas conclure que ce sont les meilleurs, au contraire. Les huiles de lin additionnées d'autres huiles végétales et rarement d'huiles animales, telles que l'huile de poisson et l'acide oléique, forment la matière grasse. Les savons hollandais sont toujours purs de tous mélanges, et ne contiennent même qu'assez rarement de la résine (1). »

Les savons mous, c'est-à-dire à base de potasse, entrent, comme nous allons le voir, dans une assez grande proportion, dans la préparation des savons de toilette.

Nous ne terminerons pas ce que nous avons à dire des savons mous, sans émettre une assertion que nous n'avons vue produite par aucun auteur. Le savon que préparaient les anciens, le *sapo* des Romains et des Gaulois, n'était pas préparé avec des alcalis causti-

(1) *Annales du génie civil*, décembre 1870-1871.

ques, mais simplement, ainsi que nous l'avons dit, avec des lessives d'alcalis carbonatés, c'est-à-dire avec des cendres traitées par l'eau. L'espèce d'émulsion que les anciens préparaient sous le nom de *sapo*, était faite avec des cendres de bois, par conséquent avec du carbonate de potasse. Elle devait donc ressembler beaucoup à nos savons mous ou savons noirs, qui se préparent sans *relargage* ni *épinage*, qui ne sont pas coulés dans des mises et n'existent point sous la forme de substance dure et résistante. Ces produits de l'industrie antique devaient donc ressembler à nos savons mous.

CHAPITRE X

LES SAVONS DE TOILETTE. — LEUR FABRICATION.

La France, et plus particulièrement Paris, a le privilége de la fabrication des savons de toilette. Ces savons présentent la même composition que les savons ordinaires, seulement ils sont préparés avec plus de soin : les matières grasses sont de première qualité et parfaitement pures, et l'on débarrasse soigneusement la soude des sulfures qu'elle pourrait contenir.

Pour donner la couleur aux savons de toilette, on se sert de matières colorantes minérales, végétales ou animales; pour les parfumer, on a recours aux essences, aux teintures, aux infusions, aux huiles parfumées, ou aux aromates en nature ; enfin, pour leur donner du corps, on emploie des gommes, de la cire, du miel, du beurre de coco, etc.

On peut distinguer cinq espèces différentes de savons de toilette :

1° Les savons à l'axonge ou au suif;

2° Ceux qu'on produit avec les huiles d'olives ;

3° Les savons d'huile d'amandes douces ;

4° Les savons d'huile de palmier.

Comme les savons ordinaires, les savons de toilette se divisent en savons durs, à base de soude, et en savons mous, à base de potasse. Les savons mous, plus connus sous le nom de *crèmes de savon,* sont surtout employés pour la barbe et le bain.

Les savons de toilette peuvent se préparer de deux manières différentes, que nous aurons successivement à décrire. Dans certaines fabriques on les prépare directement, dans une chaudière, au moyen des corps gras et de l'alcali, et en incorporant dans la masse saponifiée des huiles ou des graisses odorantes, des résines odorantes exotiques ou indigènes. On produit ainsi, en suivant les méthodes que nous avons décrites avec tous les détails nécessaires, un savon dit *savon de toilette*. Mais le plus grand nombre des fabricants opèrent en prenant dans le commerce le savon blanc, le savon d'huile d'olive, de suif ou d'acide oléique, et soumettant ce produit à une espèce de *raffinage* ou de purification. On obtient de cette manière des produits suffisamment purs.

Examinons successivement les procédés de l'une et de l'autre méthode, en prenant pour base de nos descriptions, les usines de Paris et de la banlieue.

Purification des savons, pour les transformer en savons de toilette. — On commence par découper le savon qu'il s'agit de purifier en plaques de 20 à 30 kilogrammes, d'une épaisseur de 8 à 10 centimètres. On racle ces plaques avec un grattoir, afin d'enlever les corps étrangers qui peuvent être adhérents à leur surface ; puis on divise ces plaques, à l'aide d'un fil de fer, en pains de 4 à 5 centimètres d'épaisseur. Ces petits pains sont placés dans une machine qui porte le nom de *découpeuse*, et qui réduit très-rapidement le savon en *copeaux* très-minces.

La figure 317 représente une découpeuse

très en usage chez les parfumeurs de Paris qui préparent les savons de toilette.

Il existe des *découpeuses* tellement perfectionnées qu'un ouvrier peut, en une heure,

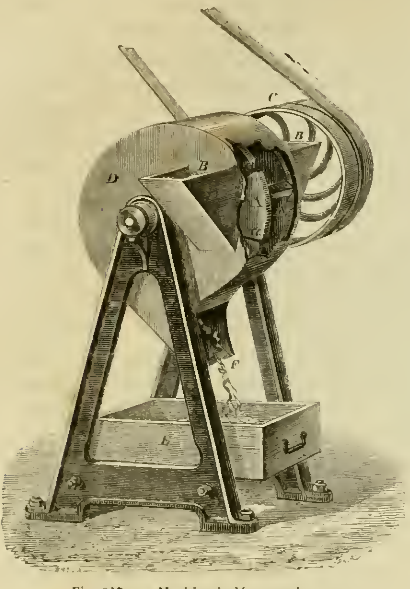


Fig 317. — Machine à découper le savon.

A,A'. Deux plateaux circulaires et symétriques à six rayons donnant passage à une lame d'acier *a* et fixés à chaque rayon.
B, B'. Deux augets dans lesquels on verse la pâte qui doit être réduite en copeaux par le mouvement de rotation des plateaux au passage des lames (couteau).
C. Poulie de l'arbre moteur.
D. Tôle qui enveloppe les plateaux.
E. Caisse en bois recevant la pâte découpée qui sort de l'enveloppe, en F.

réduire en copeaux 100 kilogrammes de savon.

Les copeaux sont ensuite placés dans une caisse en bois doublée en plomb. C'est dans cette caisse qu'on ajoute au savon les essences dont on veut leur communiquer le parfum et les matières colorantes, lorsqu'on veut obtenir des savons colorés. Souvent aussi on mélange deux ou trois espèces de copeaux provenant de savons de natures différentes.

Dans le *Manuel du Savonnier* M. Eug. Lormé donne l'exemple suivant de cette opération :

« Pour préparer le savon de *guimauve*, on prend 50 kilogrammes de savon d'huile de palme et 50 kilogrammes de savon blanc, de suif ou de graisse. On réduit les deux savons en copeaux. Pour colorer la masse, on ajoute au savon les matières colorantes ci après, préalablement passées à un tamis de soie :

Ocre jaune lavée................	300	grammes.
Mine orange....................	300	—
Gomme-gutte....................	200	—

Pour donner au savon un parfum suave, on l'aromatise avec la composition suivante, dont les proportions sont calculées à raison de 12 grammes par kilogramme, soit 1,200 grammes pour les 100 kilogrammes de savon.

Essence	de lavande fine...	750	grammes.
—	de citron exprimé.	160	—
—	de néroli (petit grain)..........	160	—
—	de verveine......	100	—
—	de menthe anglaise	30	—
		1,200	grammes.

On verse les essences dans une grande terrine de terre vernissée et on y délaye les couleurs. Pour bien opérer le mélange, on remue le tout, pendant quelques minutes, avec une spatule en bois blanc. Lorsque le mélange est bien opéré, on le verse, par petites quantités à la fois, sur les copeaux de savon ; on brasse le tout ensemble pendant un temps suffisant pour bien mêler les essences et les couleurs avec les copeaux de savon.

Après que le mélange a été opéré, on procède au *broyage*.

Cette opération a pour objet d'exécuter un mélange parfait, molécule à molécule, du savon blanc, des matières colorantes, des huiles essentielles ou autres parfums ; de telle sorte que chaque particule du savon soit un composé de trois substances asso-

ciées, et que la pâte du savon soit douce, onctueuse et bien liée.

Dans l'ancienne parfumerie le *broyage* s'opérait dans des mortiers de marbre, avec des pilons de bois, et il fallait des journées entières, ainsi que de grandes dépenses de force pour triturer 15 ou 20 kilogrammes de matière. Aujourd'hui l'opération s'exécute par des machines, que l'on nomme *broyeuses-mélangeuses*.

Il y a plusieurs modèles de machines *broyeuses-mélangeuses*, mais toutes se réduisent à faire passer la pâte entre des rouleaux qui l'écrasent et la laminent. En employant plusieurs couples de rouleaux, on peut augmenter dans la même proportion l'intimité du mélange; aussi dans les machines actuelles fait-on usage de quatre ou cinq de ces couples de rouleaux ou cylindres.

Nous représentons ici (*fig.* 318) une machine *broyeuse-mélangeuse* qui est très-employée dans les fabriques de Paris. Voici l'explication du jeu de ses rouages.

Trois paires de cylindres, tournant chacun en sens inverse et dont les roues motrices sont représentées par les lettres A,C,D écrasent le mélange de savon de matière colorante et de parfum. Les copeaux sont introduits dans la caisse, N, et s'engagent dans le couple des cylindres inférieurs. Par leur mouvement de rotation, ces cylindres, après avoir laminé le savon, le font remonter au couple supérieur de cylindres, et par le même effet jusqu'aux cylindres terminaux. De petits volants, H, H', règlent le serrage des deux cylindres, au moyen d'une vis sans fin. La pâte sortant de ce couple supérieur retombe dans la caisse, M. Celle-ci, à un moment donné, s'ouvre et laisse tomber de nouveau la masse du savon déjà broyée et laminée dans la caisse N, d'où elle repasse entre les cylindres inférieurs, pour remonter au même couple des cylindres supérieurs, et y être soumise à un nouveau broyage. On réitère ce passage de la pâte entre les mêmes rouleaux un nombre suffisant de fois, et quand on juge que l'opération est terminée, on presse un bouton qui écarte la lame ou râteau, P. Cette lame retenait le mélange dans l'appareil; quand elle s'écarte, la pâte tombe dans la caisse R.

On s'occupe de recharger la *broyeuse-mélangeuse* d'une nouvelle quantité de copeaux de savon, et on retire de la caisse R la pâte qui est parfaitement liée et homogène, et n'a plus qu'à être mise en *pains* ou *pelotes*.

Pour obtenir les *pains* ou *pelotes*, on pose la pâte savonneuse préparée dans la machine que nous venons de décrire, sur une plaque de marbre.

A l'aide d'un couteau, on divise cette masse de savon en petits pains, qui sont successivement pesés et auxquels on donne un poids de 25 à 30 p. 100 plus élevé que le poids net que le savon doit définitivement avoir, et cela dans le but de compenser la perte que le savon doit éprouver par la dessiccation et les diverses manipulations qu'il doit subir.

Lorsque les pelotes sont pesées, elles sont placées sur le marbre et on les arrondit en boules. Ces boules deviennent ensuite des cylindres lorsqu'on les roule dans le même sens sur la table de marbre ; enfin on les frappe en divers sens pour les équarrir.

Lorsque les petits pains ont été ainsi façonnés et ont reçu la forme définitive qu'on leur destine, on les dépose sur les planchettes d'une étagère, en laissant entre eux une distance de quelques centimètres, afin qu'ils restent soumis à l'action desséchante de l'air.

Après quelques jours on voit apparaître sur chaque morceau de savon une croûte dure. On attend ce moment pour introduire ces morceaux dans un moule, où par la pression on leur donne à peu près la forme qu'ils doivent avoir. Après quelques jours on les

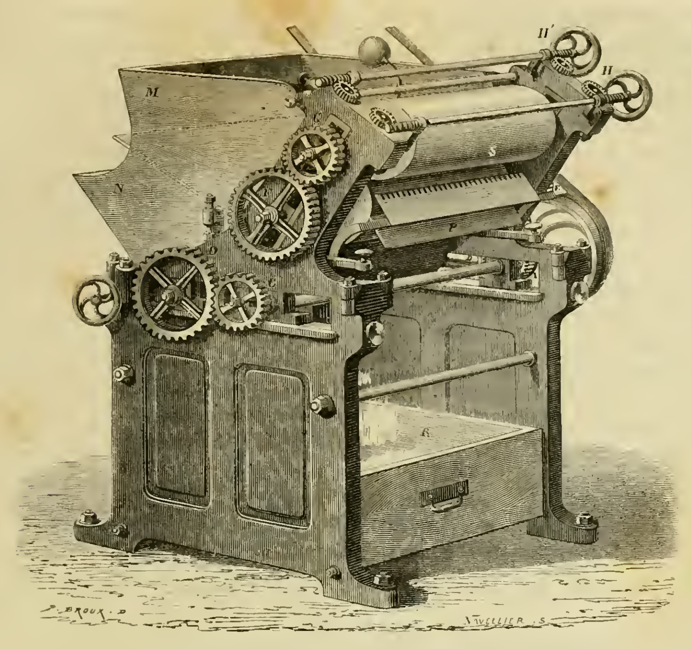


Fig. 318. — Broyeuse-mélangeuse pour la fabrication des savons de toilette.

A Pignon de commande qui communique son mouvement au moyen de la tige B aux roues C et D, fixées sur l'axe du premier couple de cylindres et leur imprime un mouvement de rotation.
C. Petite roue engrenant la grande roue D.
F, G. Petite et grande roue qui mettent en action le deuxième couple de cylindres.
H, H'. Petits volants réglant le serrage des deux cylindres par une vis sans fin, et des deux côtés à la fois.
N. Caisse inférieure qui envoie la pâte au premier couple de cylindres, lesquels, dans leur mouvement de rotation, font remonter la pâte au deuxième couple de cylindres, et par suite dans la caisse supérieure.
M. Caisse supérieure.
S. L'un des cylindres du couple supérieur.
P. Lame qui retient la pâte pendant l'opération et qui, en s'écartant, peut laisser tomber la pâte broyée dans la caisse R

racle, et on les passe à l'esprit-de-vin, pour rendre leur surface plus unie. Enfin on les place dans un nouveau moule, qui leur donne leur forme définitive, et il ne reste plus qu'à les envelopper.

Les rognures de savon provenant de ces diverses opérations, sont recueillies et réunies à la pâte qui doit être travaillée par les *broyeuses-mélangeuses;* elles serviront à une opération ultérieure. Il n'y a donc aucune perte de matière.

Dans ces dernières années on a construit une machine qui permet de supprimer la main-d'œuvre dans la dernière opération que nous venons de décrire, c'est-à-dire dans la mise en pelotes ou en pains de la pâte de savon sortant des *broyeuses-mélangeuses.*

MM. Beyer frères ont construit une *peloteuse mécanique* qui fonctionne chez plusieurs parfumeurs de Paris et qui exécute seule toutes les opérations de la mise en pains et du polissage.

Nous représentons (fig. 319, page 460) la *peloteuse mécanique*. Voici le jeu de ses principaux organes. Dans un cylindre C, qui, à l'intérieur, ressemble au cylindre d'une machine à fabriquer les tuyaux de drainage, la pâte de savon est introduite mécaniquement. Un piston pressé par la tige A, qui est mue elle-même par la vapeur, au moyen d'un arbre de couche et d'une courroie, comprime lentement la pâte et la fait arriver à l'extrémité inférieure du cylindre C, où elle rencontre des ouvertures à travers lesquelles elle se moule et prend la forme de pains qu'elle doit conserver. Arrivée en ce point, elle est soumise, à l'intérieur d'un cylindre, à l'action d'un autre piston qui se meut horizontalement et qui produit à sa surface le polissage, en même temps qu'il y imprime la marque ou le nom du fabricant. Autour du cylindre C circule un courant de vapeur d'eau, qui maintient le savon à un degré de fluidité favorable à l'opération.

Toute la main-d'œuvre, grattage, lavage, séchage, est supprimée dans cette machine, dont nous donnons seulement le dessin général, le constructeur n'ayant voulu nous donner aucune explication du jeu des organes qui existent à l'intérieur.

Quand les pains de savon sont ainsi modelés soit par la main, soit par la *machine peloteuse*, il ne reste plus qu'à effectuer le paquetage, opération qui n'est pas sans importance.

Il s'agit, en effet, d'une part, de conserver aux petits pains de savon leur surface brillante, et d'autre part d'empêcher la volatilisation des parfums qu'ils renferment. Ce paquetage doit en même temps donner aux pains de savon ce cachet d'élégance qui appelle le regard et qui plaît aux yeux. Les parfumeurs parisiens excellent dans cet art.

Pour les savons demi-fins, on met les petits pains sous une première enveloppe de papier de soie, que recouvre une deuxième enveloppe en papier fort; enfin un papier glacé portant le nom du fabricant et des dessins divers, recouvre le tout.

Pour les savons très-fins, le papier fort de la deuxième enveloppe est remplacé par une feuille d'étain, et le petit pain ainsi recouvert est placé dans une boîte en carton. Cette boîte reçoit, à son tour, deux nouvelles enveloppes, une en papier ordinaire, et la dernière en papier glacé, avec riches dessins en lithographie. Six pains ainsi arrangés sont placés dans une boîte de carton, qui va prendre bientôt place sur les étagères du parfumeur, qui est expédiée en province, à l'étranger et même dans les contrées les plus éloignées, où les savons de Paris sont toujours préférés à ceux d'autres pays.

Nous représentons (fig. 320) l'intérieur d'une fabrique de savon de toilette chez un parfumeur parisien. On voit à droite la rangée des machines *broyeuses* et *peloteuses* qui confectionnent les pains de savon, et à gauche les opérations du paquetage des mêmes pains.

Préparation des savons de toilette par saponification directe. — Nous avons dit qu'il faut établir dans les savons de toilette deux divisions : les *savons durs* et les *savons mous*. Pour décrire la manière de préparer les savons de toilette par la saponification directe opérée chez les parfumeurs, nous devons donc distinguer les savons durs des savons mous.

Savons de toilette durs. — Parmi les savons de toilette durs, se rangent le savon blanc d'axonge, le savon de suif, le savon d'huile de palme, le savon demi-palme et le savon d'huile de coco.

A peu de modifications près, tous ces savons sont préparés de la même manière que les savons ordinaires, en prenant toutefois

des matières grasses de premier choix et des lessives très-épurées.

Le *savon blanc d'axonge* est le plus répandu des savons de toilette. On y ajoute ordinairement un dixième d'huile de coco. Ce savon est d'une consistance assez ferme : c'est la base des beaux savons de toilette blancs et roses. Comme il est tout à fait sans odeur, il peut recevoir tous les parfums.

Le *savon de suif* se fabrique avec un mélange de suif et d'huile de coco bien épurée. Il est un peu moins onctueux que celui d'axonge, mais il résiste mieux aux températures chaudes.

Ce dernier savon constitue ce que l'on nomme le *savon de guimauve*, grâce à une adjonction d'huile de palme. Cette huile est rarement employée seule, mais elle sert à opérer des mélanges soit avec le suif, soit avec d'autres substances grasses, mais principalement avec les graisses animales.

Dans la composition des savons de guimauve on fait entrer 11 seizièmes de suif blanc, 3 seizièmes d'huile de palme, 1 seizième d'huile de coco et 1 seizième de résine jaune épurée. Avec ces substances grasses, un mélange pesant 800 kilogrammes donne, en moyenne, 80 kilogrammes de savon d'écume, 1,075 kilogrammes de savon épuré, 300 kilogrammes de savon noir caustique, ensemble 1,455 kilogrammes, c'est-à-dire une augmentation en poids de plus de 600 kilogrammes.

Pour l'huile de coco, qui, nous l'avons dit, est susceptible de faire absorber au savon de grandes quantités d'eau, on ajoute, en poids, autant de kilogrammes de lessive qu'on a de kilogrammes d'huile à saponifier, et on obtient ainsi en savon le double du poids de l'huile employée.

Pour le savon blanc de coco, on verse, lorsque le savon est placé dans les mises, 8 grammes d'essence par kilogramme pour le parfumer. Les essences employées généralement sont celles de citron, de carvi, de romarin, de thym, de lavande, de menthe, dans des proportions que choisit chaque parfumeur, et qui constituent un secret du métier.

En général, pour colorer les savons de toilette, on emploie le vermillon, le minium, le roucou, la terre de Sienne calcinée, le bleu de Prusse, l'ocre jaune, le curcuma, la gomme-gutte.

Le savon *rose* d'huile de coco se colore avec du minium ou du vermillon, le savon jaune avec du rocou, le savon *gris* provenant du mélange de l'huile de coco et de l'huile de palme, se colore avec un mélange d'acide azotique et de rognures de zinc.

Savons mous. — Parmi les savons mous employés aux usages de la toilette, se rangent les produits désignés sous le nom de *crêmes de savon* et d'*essences de savon*, l'une solide, l'autre liquide, mais fabriqués tous les deux pour la barbe.

Une *crème de savon* n'est autre chose qu'un savon mou, c'est-à-dire à base de potasse, diversement aromatisé. Ce produit est peu digne de la faveur qu'il a toujours rencontrée. Fabriqué avec de la potasse et de consistance molle, il est toujours incomplétement saponifié, et ne peut qu'irriter la peau. Aussi faut-il préférer à ces crêmes, si vantées par les parfumeurs, et qui ne sont, au fond, que des savons potassiques avec excès d'alcali, la simple poudre de savon qui, faite avec de bons savons durs à base de soude, est parfaitement neutre et n'a aucune action irritante sur la peau.

Quoi qu'il en soit, les *crêmes de savon* se préparent en saponifiant au moyen de la potasse caustique, de la graisse blanche, additionnée d'un peu d'huile de coco. La saponification terminée, on pile le savon dans un mortier, et l'on y incorpore différentes essences, qui donnent leur nom au savon.

L'essence d'amandes amères ajoutée à ce savon blanc et mou, donne la *crème d'a-*

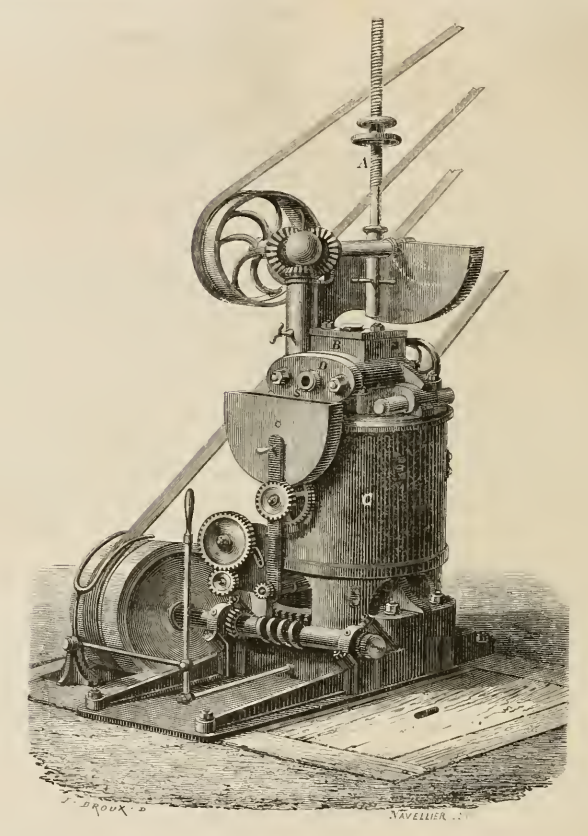


Fig. 319. — Peloteuse mécanique pour la fabrication des savons de toilette.

mandes amères; le cacao donne la *crême de cacao savonneuse.* La *crême de styrax*, ou *crême d'ambroisie*, s'obtient en introduisant dans l'axonge une partie en poids de styrax et une partie de benjoin.

Les *essences de savon* devraient peut-être rentrer dans les savons durs, car elles proviennent de savons à base de soude. Cependant l'expérience a appris qu'une addition de potasse a pour résultat d'augmenter la solubilité du savon dans l'alcool, aussi fait-on souvent usage de savons mous pour obtenir ces produits.

L'*essence de savon* est une dissolution de savon dans l'alcool. Seulement, comme l'alcool ne peut se charger que d'une faible quantité de savon, il arrive toujours que la liqueur se trouble et dépose, par le froid de l'hiver. De là de nombreuses difficultés pour obtenir ce produit.

M. Lormé dans son *Manuel du Savonnier*, donne la recette suivante pour préparer l'*essence de savon :*

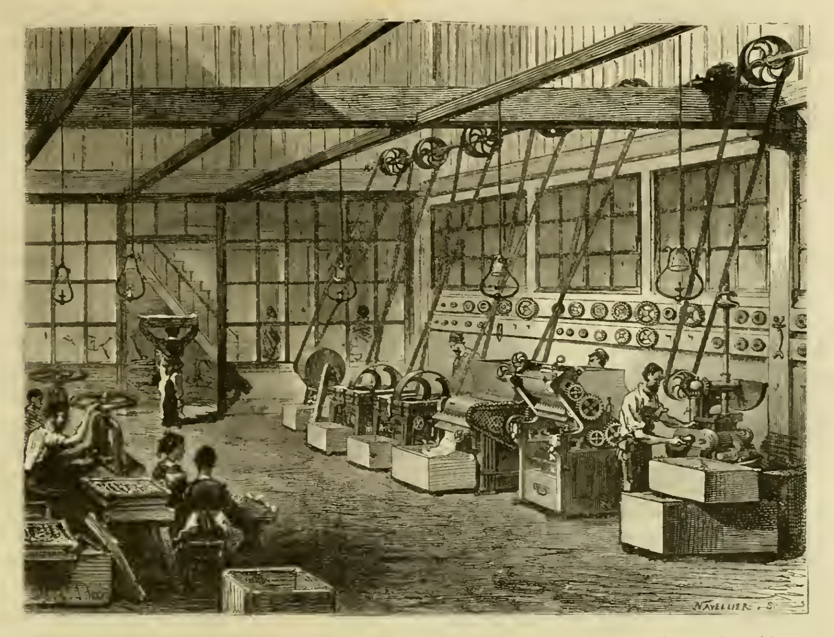


Fig. 320. — Intérieur d'une fabrique de savon de toilette (salle des machines chez un parfumeur de Paris).

Savon blanc de Marseille...	200 grammes.	
Alcool à 85° degrés........	1,000	—
Potasse..................	25	—

« On coupe le savon en rubans très-minces, qu'on introduit dans un flacon en verre blanc de la capacité de 2 litres environ. Cela fait, on ajoute les 1,000 grammes d'alcool et les 25 grammes de potasse et on soumet le tout à la douce chaleur d'un bain-marie sans faire bouillir. Pendant l'opération, on remue le mélange avec un long tube en verre. Lorsque la dissolution du savon est complète, on retire le flacon de son bain-marie, et l'on ajoute les essences dont on veut aromatiser le savon. On peut donner à cette préparation un parfum des plus suaves en y ajoutant 6 grammes d'essence de géranium et 10 grammes d'essence de verveine; si on veut colorer l'essence de savon en jaune, on introduit 10 grammes de safran au commencement de l'opération.

« Après une ou deux heures de repos, la dissolution est devenue parfaitement limpide; on la décante avec soin, mais il est préférable de la filtrer.

« Ainsi préparée, l'essence de savon conserve sa liquidité à la température ordinaire. Pour l'employer, on en verse quelques gouttes dans une demi-verrée d'eau et on agite vivement le mélange, qui produit une écume abondante. »

Comme une grande partie de l'alcool disparaît pendant l'opération, les essences obtenues reviennent très-cher.

La fabrication des essences de savon a beaucoup diminué depuis 1872, en France, et surtout à Paris, par suite des droits énormes qui grèvent les spiritueux. Elle persiste dans le midi de la France où l'on a, pour ainsi dire, l'alcool sous la main. On fabrique à Montpellier une essence de savon excellente très-chargée de savon, et ne se troublant que fort peu par le froid.

En Allemagne, où les alcools peuvent être achetés à bas prix, l'essence de savon est fort en usage.

D'après les aromates employés, on peut

donner aux essences de savon les parfums les plus divers et les plus délicats.

CHAPITRE XI

LES SAVONS DE TOILETTE PRÉPARÉS A FROID. — LE SAVON TRANSPARENT. — LE SAVON LÉGER. — LE SAVON A LA GLYCÉRINE. — LA POUDRE DE SAVON.

Savons de toilette préparés à froid. — L'examen des savons de toilette nous amène à décrire une méthode spéciale pour la préparation des savons ayant cette affectation. Nous voulons parler de la saponification obtenue à froid.

Au fond, cette méthode n'est d'aucun avantage, car la saponification obtenue sans le secours de la chaleur, n'est jamais complète, et le produit renferme toujours une certaine quantité d'alcali libre. Cependant depuis quelques années, les procédés ont été améliorés, et comme on peut agir rapidement, économiquement et avec un petit nombre d'appareils, sur des quantités moindres que par la saponification à chaud, quelques savonniers de Paris ont adopté cette méthode pour la fabrication des savons de toilette.

Voici la manière d'opérer.

La lessive de soude que l'on emploie est parfaitement décarbonatée : c'est de la soude caustique préparée directement. Quand elle est complétement décarbonatée par la chaux, on retire du feu la bassine qui la renferme, et on laisse le liquide en repos, pour que le carbonate de chaux se précipite. Cette lessive est ensuite concentrée par l'évaporation, et versée dans de petits chaudrons en fonte, qui contiennent du suif, de la graisse, de l'huile de coco, ou de l'huile de palme, ou des mélanges de ces diverses substances selon le savon qu'on veut produire. Les matières grasses doivent être à l'état d'ébullition au moment où la lessive y est versée. Il suffit de faire bouillir le tout pendant deux heures, en ajoutant toujours et lentement de la lessive pour arriver à une saponification complète. Après cette opération, le savon est placé dans des caisses en bois où l'on verse les essences qui s'incorporent dans la pâte.

On appelle cette opération une *saponification à froid*, parce que le temps de la coction est très-court, et que les opérations multiples de l'*empâtage*, du *relargage* et de l'*épinage*, sont supprimées. C'est un procédé expéditif, mais par cela même, insuffisant, et ne donnant qu'une demi-saponification. L'alcali libre qui reste toujours mêlé au savon, ne peut être que fort nuisible à la peau, quand il est employé aux usages de la toilette. C'est pour cela que le *savon blanc d'axonge* et tous les savons de toilette qui sont préparés par le raffinage d'excellents savons de Marseille, de suif ou d'acide oléique, sont bien préférables à ce produit à moitié saponifié.

Ce qu'il y a d'étrange, c'est que les savons de toilette les plus renommés, les plus chers, sont précisément fabriqués de cette manière.

Les savons qu'on prépare à froid, sont principalement : le *savon fleur d'Italie*, le *savon jonquille*, le *savon benjoin*, le *savon ambré*, le *savon mille fleurs*, le *savon au miel*, le *savon à la maréchale*, le *savon de concombre*, etc., etc. Le mode de fabrication est le même pour tous ces savons ; la différence ne porte que sur le degré de force de la lessive selon la matière grasse. C'est le chimiste de l'établissement qui fixe la quantité et le titre des lessives à employer, et qui décide si, par exemple, il ne convient pas de mêler à l'axonge du blanc de baleine ou de la cire vierge ou des pommades grasses. Quant aux essences et parfums à ajouter, leur nombre est infini, car chaque jour voit naître de nouvelles teintures ou de nouvelles infusions aromatiques.

De tous les savons de toilette préparés à froid, le plus renommé est le *savon de*

Windsor. Ce savon anglais a depuis longtemps une grande réputation : c'est ce qui explique qu'on ait essayé de l'imiter en France. On y est d'ailleurs si bien parvenu que souvent les savons dits de Windsor, fabriqués à Paris, sont préférés à ceux qui viennent d'Angleterre.

Il en est des savons comme de beaucoup d'autres produits de l'industrie qui sont en possession de la vogue. Les consommateurs le préfèrent à tous les articles similaires, alors même que ces derniers seraient plus avantageux. Il y a quinze à vingt ans, des fabricants français faisaient passer en Angleterre des pains de savon, qui revenaient en France avec la marque *Windsor*, et qui étaient vendus plus cher, sur leur étiquette de produits anglais.

Le savon de Windsor est préparé par le système expéditif que nous venons de décrire. Il entre dans sa composition du suif très pur, de l'huile de coco et de la lessive de soude, à laquelle on ajoute un cinquième environ de lessive de potasse. Il est parfumé par diverses essences, parmi lesquelles dominent celles de bergamote et de carvi.

Savons transparents. — Ce genre de savon a pour origine une observation faite par des ouvriers qui fabriquaient de l'essence de savon, produit dont nous parlions tout à l'heure, c'est-à-dire à l'article des *savons de toilette mous*, et qui consiste en une dissolution alcoolique de savon blanc. On remarqua que cette dissolution, en s'évaporant spontanément, laissait un savon doué de transparence. On chercha aussitôt à reproduire des savons du même aspect. Les recherches pour y parvenir furent, toutefois, longues et pénibles.

On fit dissoudre, à l'aide de la chaleur, du savon d'huile d'olive dans l'alcool. La dissolution saturée, coulée dans des moules, laissait une masse solide, blanche, mais peu transparente. On reconnut ensuite que le savon blanc de suif et même le savon jaune anglais, étaient particulièrement propres à la fabrication du savon transparent. C'est en effet avec ce dernier produit que se prépare le *savon transparent*.

On a longuement discuté pour savoir à quelle cause il faut attribuer cette transparence. On ne saurait l'expliquer par la privation de l'eau, puisque tout savon desséché est blanc et opaque. Ce n'est pas non plus, comme on l'a avancé, une sorte de cristallisation de la matière qui amène ce résultat, car le savon transparent paraît bien homogène. La diaphanéité du savon obtenu par l'évaporation de la dissolution alcoolique, provient, selon Poutet, de l'action de l'alcool, qui modifie physiquement les molécules du stéarate et de l'oléate de soude, de manière à leur faire perdre leur opacité.

Quoi qu'il en soit et que la cause de la diaphanéité du savon soit purement physique ou qu'elle résulte d'une altération chimique, le savon transparent a obtenu à une certaine époque, quelque succès, mais sa vogue a été éphémère.

Voici le procédé pour le préparer. On prend du savon de suif, dans lequel on a fait entrer de la résine. On découpe ce savon en rubans, qu'on fait bien sécher dans une étuve, et qu'on réduit ensuite en poudre dans un mortier. Cette poudre étant bien séchée, est dissoute, au bain-marie, dans de l'alcool bouillant. On verse cette dissolution qui est transparente, dans des moules où elle ne tarde pas à se solidifier, et à donner un produit très-flatteur pour les yeux.

Le *savon transparent* se moule ordinairement en boules et sert pour la barbe.

Savon à la glycérine. — La glycérine, comme nous l'avons dit, en donnant la théorie chimique de la saponification, est le principe liquide qui se sépare des corps gras, au moment de leur saponification. On obtient cette substance par grandes masses, pendant la fabrication de l'acide stéarique. La préparation de ce savon est à peu près la

même que celle des savons transparents, seulement on remplace l'alcool, comme dissolvant, par la glycérine, qui jouit de la propriété de dissoudre le savon à chaud.

On commence par réduire en copeaux le savon de suif et on le place dans une chaudière chauffée à l'extérieur par de la vapeur, et qui contient de la glycérine. On a soin d'opérer un fort brassage pour activer la dissolution du savon dans la glycérine. Ensuite on coule la matière dans des moules.

Le *savon de glycérine* doit toujours être transparent.

Savons légers. — Destinés aux usages du bain, ces savons présentent un volume assez considérable, par rapport à leur poids. Cette légèreté s'obtient par l'introduction de l'air dans la pâte du savon. On les prépare en faisant un mélange de savon blanc de suif avec moitié de son poids d'eau pure. On place ce mélange dans un bain-marie chauffé à l'eau bouillante, et on incorpore de l'air au savon, au moyen d'un battage énergique et continu, qui produit une écume abondante. On retire le feu et on laisse reposer la liqueur savonneuse, qui se compose d'eau de savon et d'air emprisonné, et on la coule dans des caisses, où elle ne se solidifie qu'au bout d'une semaine.

Ce savon qui surnage sur l'eau, sert dans les établissements de bains.

Poudre de savon. — La poudre de savon se fabrique très-économiquement. On a eu soin de conserver les raclures et les rognures qui proviennent des diverses manipulations des savons de toilette : on pile ces raclures dans un mortier; puis on fait passer la poudre obtenue à travers un tamis de soie, pour recueillir la partie la plus fine et la plus légère.

Cette poudre est ensuite aromatisée d'après le parfum qu'on veut obtenir.

Les savons en poudre sont employés pour la barbe.

Les parfumeurs préparent les *poudres de savon* sur une plus grande échelle, en divisant des briques de savon bien sec en copeaux, qui sont ensuite pulvérisés et tamisés.

CHAPITRE XII

QUELQUES MOTS SUR L'ANALYSE CHIMIQUE DES SAVONS, ET SUR LES MOYENS DE RECONNAITRE LEURS FALSIFICATIONS

Après avoir passé successivement en revue les diverses espèces de savons employés dans l'industrie et l'économie domestique ou consacrés aux usages de la toilette, il nous reste à donner quelques notions sur l'analyse des savons et les moyens de reconnaître les fraudes qui peuvent être commises dans leur fabrication.

Le but de la fraude est toujours le même : laisser dans le savon le moins possible de savon réel, tout en maintenant sa densité et sa dureté. Cette fraude se pratique en ajoutant au savon des poudres inertes, terreuses et sans valeur, ou bien en introduisant dans la pâte savonneuse une substance étrangère, comme l'huile de coco, qui est susceptible de retenir une proportion d'eau considérable et d'augmenter ainsi le poids du savon au détriment de l'acheteur.

« Des savons qui, naturellement et sans addition frauduleuse, sont chargés d'une quantité d'eau anormale sont-ils de *vrais savons*, dit M. Balard, dans son *Rapport à l'Exposition de Londres* de 1862 ? Ne devrait-on pas plutôt les considérer comme de simples *empâtages ?* On a trouvé dans des savons de coco 40 à 75 p. 100 d'eau. C'est là évidemment une falsification. »

Voyons par quels moyens chimiques on peut arriver à reconnaître le degré de pureté d'un savon, et l'existence ou l'absence de falsification dans ce produit.

L'*analyse chimique* d'un savon a pour but

de déterminer les quantités d'eau, de matière grasse et d'alcali qu'il peut contenir, et de reconnaître si les proportions de ces substances sont conformes à celles qui existent dans les savons purs.

Pour déterminer la quantité d'*eau* qui existe dans un savon, on racle quelques copeaux du pain de savon à examiner, on les pèse, et on les dessèche en les soumettant, pendant deux ou trois heures, à une température de 120 à 130°, dans un bain d'huile ou d'eau salée. On fait ensuite une seconde pesée. La différence obtenue représente l'eau que contenaient les copeaux examinés. Il suffit donc de faire une règle de proportion pour savoir combien d'eau le savon expérimenté contient pour cent.

Si les copeaux pesaient, par exemple, 25 grammes, et que la dessiccation leur ait fait perdre 10 grammes, on pose la proportion :

$$25^{gr} : 10^{gr} :: 100 : x$$

$$x = 40.$$

Il y avait donc 40 kilogrammes d'eau par 100 kilogrammes expérimentés, c'est-à-dire 40 pour 100.

Pour déterminer les proportions d'*acides gras*, on dissout le savon dans l'eau bouillante, et on décompose la dissolution par un acide minéral, l'acide sulfurique ou chlorhydrique. L'acide minéral s'empare de la base alcaline, et met les acides gras en liberté. Les détails pratiques de cette analyse, qui est assez délicate, nous entraîneraient trop loin. Nous nous bornons à poser le principe de la méthode.

Voici quelle est la richesse de divers savons en acides gras, déterminée par cette méthode d'analyse. Le tableau suivant représente les quantités d'acides gras contenues dans 100 parties de différents savons.

Savon marbré de Marseille.....	63 à 64	pour 100 d'acides gras.
Savon blanc de Marseille.....	48 à 52	— —
Savon de suif...	60	pour 100 d'acides gras.
Savon d'acide oléique.......	56 à 58	— —
Savon de suif et résine........	40 à 50	— —
Savon de Glascow..........	50 à 52	— —
Savon d'huile de coco.........	15 à 50	— —

Pour déterminer les proportions d'*alcali* que renferme un savon, il suffit d'incinérer 10 grammes de savon dans un creuset en porcelaine, et de peser le résidu. Ce poids donne la quantité d'alcali carbonaté renfermée dans les 10 grammes de savon. Une simple règle de proportion permet ensuite d'établir combien d'alcali renferment 100 parties du savon essayé.

Cette méthode n'est pas très-rigoureuse, car les cendres ne sont pas uniquement composées d'alcali carbonaté, mais elle donne une approximation suffisante, et les résultats sont comparables entre eux quand on applique ce procédé de recherche à différents savons.

Il est assez difficile de déterminer quelles sont les substances étrangères qui ont été introduites dans un savon, et surtout de reconnaître les proportions de ces substances. Cependant on y parvient en employant de l'alcool concentré et bouillant, qui a la propriété de dissoudre complétement le savon pur et de laisser intactes les substances qu'on y aurait incorporées. Cette méthode donne des résultats précis pour reconnaître l'addition frauduleuse faite au savon, de l'alumine, de la craie, de la chaux, du sel marin, de l'amidon ou des fécules.

La chimie donne les moyens de fixer exactement les proportions dans lesquelles les substances étrangères dont nous parlons ont été ajoutées au savon. Mais ce genre d'opération est une véritable analyse chimique, et n'est pas sans difficulté. Nous dirons seulement que chaque fois qu'un fabricant de mauvaise foi imagine un moyen

de fraude, il se trouve toujours un chimiste pour indiquer la manière dont cette fraude peut être décelée. Le fabricant honnète aura donc toujours l'avantage sur des concurrents peu scrupuleux.

Pour reconnaître les fraudes du savon, la douane française se sert du moyen suivant, recommandé par l'administration dans une circulaire du directeur général des Douanes, en date du 16 juin 1845 :

« On soumet à une température de 100° centigrades au moins et pas sensiblement plus élevée, quelques grammes de raclures de savon prises sur toute la surface de la coupe d'une brique. Ces raclures sont exactement pesées aussitôt qu'elles ont été réunies, et on les dessèche, jusqu'à ce que, par des pesées successives, on reconnaisse que la substance n'éprouve plus de perte. Alors les résultats comparés de la première et de la dernière pesée indiquent le poids proportionnel de l'eau qui existait dans le savon.

» Quant aux matières insolubles, pour en constater la présence et la quantité, il suffit de faire dissoudre à chaud, dans un tube de verre fermé à l'une de ses extrémités, une très-petite quantité de savon, soit un gramme par exemple, dans six à dix fois son poids d'alcool ordinaire. La dissolution est très-promptement complète s'il n'existe pas de matières insolubles ; si, au contraire, il se forme un dépôt, on le lave à plusieurs reprises, on le pèse après dessiccation à une chaleur douce, et l'on trouve le rapport du poids qu'il s'agit de constater. »

Un moyen certain d'avoir du savon peu aqueux, c'est de choisir le savon de Marseille avec la plus belle marbrure. Nous avons dit, en effet, que la marbrure ne se forme bien et très-régulièrement que dans les savons qui ne contiennent que 33 à 34 pour 100 d'eau, tandis qu'il existe beaucoup de savons qui en renferment 60 pour 100. La belle marbrure marseillaise doit offrir un aspect grenu bien caractérisé.

Malheureusement cet indice fait défaut pour le savon blanc, et comme le savon blanc de Marseille est le plus pur de tous les savons connus, il n'y a qu'un moyen de se procurer un bon produit peu chargé d'eau, c'est d'acheter le savon blanc portant la marque d'un fabricant de Marseille estimé. La marque de ces fabricants est la meilleure garantie contre la fraude qui consiste à vendre des produits trop chargés d'eau.

Cette recommandation nous conduit à terminer cette Notice en citant les dernières lignes du *Traité des savons* du vénérable Poutet.

Après avoir stigmatisé les fraudes qui pendant longtemps avaient été pratiquées à Marseille, par quelques savonniers, Poutet ajoute :

« Mais je me plais à le répéter, la falsification est aujourd'hui bannie des savonneries de Marseille. Des cas de la nature de ceux que j'ai retracés, ne se sont rencontrés qu'à une époque où *le vice avait remplacé la vertu*, et où celle-ci était proscrite du sol de l'antique Phocée. »

Tous les savonniers français peuvent, nous le croyons, prendre leur part du brevet d'honnêteté que le digne et savant pharmacien de Marseille décernait, d'un accent si consciencieux, aux fabricants et industriels de la cité provençale.

FIN DE L'INDUSTRIE DES SAVONS.

INDUSTRIE

DES SOUDES ET DES POTASSES

CHAPITRE PREMIER

LA SOUDE NATURELLE OU VÉGÉTALE. — LES DIVERSES SOUDES NATURELLES. — ANALOGIE ENTRE LA SOUDE ET LA POTASSE. — PROCÉDÉS D'EXTRACTION DE LA SOUDE NATURELLE. — LA SOUDE DES VARECHS. — LE NATRON. — SA COMPOSITION, SON ORIGINE. — LE NATRON MODERNE. — THÉORIE DE BERTHOLLET POUR EXPLIQUER LA FORMATION DU NATRON. — SOURCES DIVERSES DU NATRON. — ÉTAT DE L'INDUSTRIE SOUDIÈRE EN FRANCE AVANT 1792.

La soude, à l'état de combinaison, a été connue dès la plus haute antiquité. Certains lacs d'Égypte, après leur dessiccation par l'action de la chaleur solaire, laissaient apparaître un sel, qui n'était autre chose que du carbonate de soude, et que l'on désignait sous le nom de *natron*.

Le *natron* était consacré, chez les anciens, au lessivage et à quelques opérations industrielles. Le verre, comme nous l'avons dit, dans la première Notice de ce volume, était fabriqué par les Phéniciens, les Égyptiens et les Romains, avec le *natron* d'Égypte.

Les cendres, qui renferment une notable quantité de carbonate de potasse ou de soude, étaient fort employées chez les anciens, pour le blanchissage. Elles remplaçaient le *natron*, qui était d'un prix trop élevé.

Le rôle des carbonates alcalins, qui sont la base des cendres végétales, a grandi avec les progrès qui se sont réalisés à travers les siècles, dans toutes les industries. Aujourd'hui la soude et la potasse ne servent pas seulement au blanchissage domestique, au dégraissage des laines, etc., elles entrent pour une large part dans la fabrication du verre à glace, du verre à bouteille et du cristal. Elles servent à préparer les savons, les laques et les teintures ; elles entrent enfin dans la composition d'un grand nombre de produits chimiques.

Les soudes se divisent, au point de vue de l'industrie, en deux catégories : les *soudes naturelles* et les *soudes artificielles*. Cette distinction n'a plus aujourd'hui l'importance qu'elle avait autrefois. Ce que l'on a appelé si longtemps la *soude naturelle*, mot qui signifiait *soude extraite des végétaux*, n'entre plus de nos jours que dans des proportions extrêmement restreintes dans l'industrie. En France surtout, on n'emploie plus guère les soudes naturelles que pour en retirer l'iode et le brome. Cependant, en Espagne, en Italie, en Hongrie, on continue à préparer la soude naturelle sur une assez grande échelle. On la préfère même, pour la fabrication des savons, à la soude artificielle, parce qu'elle donne par la saponification des produits plus doux et moins cassants que les soudes artificielles. D'ailleurs, la soude naturelle a rendu, pendant une longue série de siècles, d'assez grands services à l'industrie de l'Europe, en



Fig. 321 — Fucus vesiculosus.

Fig. 322. — Fucus serratus.

particulier aux verreries et aux savonneries, pour que nous devions les soumettre ici à une étude attentive. Nous allons donc examiner à part et successivement les *soudes naturelles* ou extraites des végétaux, et les *soudes artificielles*, c'est-à-dire tirées du sel marin.

La soude naturelle, ou végétale, s'extrait des plantes qui croissent sur les côtes maritimes. Le sol des plages maritimes est imprégné de sel marin (chlorure de sodium). Dès lors, les plantes qui croissent sur ces terrains, absorbent ce sel et le fixent dans leur tissu. Tantôt le sel marin existe en nature, dans le tissu des plantes, tantôt il passe à l'état de sel organique, et constitue des acétates, des tartrates, des malates, des oxalates de soude.

La soude se rencontre pourtant quelquefois dans des plantes qui croissent au milieu des terres, comme dans le *kali geniculatum* que Henkel a cueilli en Saxe.

Kali est en quelque sorte le nom générique de toutes les plantes qui contiennent de la soude. Les Arabes appelaient *kali* ou *alkali* toutes les plantes qui fournissaient de la soude par leur combustion. De là vint, chez ces mêmes Arabes, le mot d'*al-kali* pour désigner le produit de la combustion de ces plantes, et en Europe celui d'*alcali*, qui a été adopté dans toutes les langues modernes, pour désigner, non-seulement la soude, mais aussi la potasse, l'ammoniaque, et même la chaux et la magnésie.

La qualité des soudes varie selon la nature des plantes qui les fournissent. Les noms qu'on leur donne sont, en général, ceux des plantes d'où l'on extrait cet alcali ou des pays d'où on le tire.



Fig. 323. — Salsola soda, des marais d'Antibes.

Fig. 324. — Salicornia, des marais d'Antibes.

La *soude de varech* s'extrait en Bretagne et sur quelques côtes de la Normandie, des varechs, ou *fucus*, qui sont apportés par les flots ou que l'on coupe, à la basse mer. Elle contient, outre le carbonate de soude, beaucoup de sulfate de soude, du sel marin, du sulfate de potasse, du chlorure de potassium, et un peu d'iodure de potassium.

Nous représentons (*fig.* 321, 322 et 325) les espèces de fucus ou varechs (de la famille des Algues) qui servent à fournir de la soude par leur combustion, effectuée sur les plages de l'Océan.

Dans le midi de la France, sur les plages de la Provence et du Languedoc, on retirait autrefois la soude de la combustion de

plantes qui croissent sur le rivage et qui sont surtout les *salsola* et les *salicornia*, les premières connues vulgairement dans le Midi sous le nom de *barille*, les secondes sous celui de *salicor*.

Dans son ouvrage *Botanicon Monspeliense*, Magnol fait une distinction entre la soude provenant des *salsola* et celle qui était fournie par les *salicornia*. La première était plus pure et servait principalement pour la fabrication du verre. Les Vénitiens venaient en acheter de grandes quantités, pour leurs manufactures de miroirs et verroteries. La seconde était plus mélangée d'impuretés et ne convenait qu'aux savonneries.

Cependant il est certain que les fabricants de soude naturelle des plages de la Méditerranée brûlaient ensemble les *salsola* et le *salicor*, et que la soude obtenue prenait simplement le nom de la localité où elle avait été obtenue. On distinguait la *soude de Narbonne* et la *soude d'Aigues-Mortes*.

D'après Chaptal la *soude de Narbonne* ne renferme que 14 à 15 pour 100 de carbonate de soude. Le reste est un mélange de chlorure de sodium, de sulfate de soude, de carbonate de chaux, etc. La *soude d'Aigues-Mortes* ne contenait que 6 à 8 pour 100 de carbonate de soude.

Nous représentons (fig. 323, 324) les deux plantes soudières des plages de la Méditerranée, la *salsola soda* et la *salicornia herbacea*.

Les *salsola* sont des plantes annuelles. Elles appartiennent à la famille des Chénopodées.

Outre la *salsola soda* que nous représentons, on récolte sur les plages du Midi, pour la fabrication de la soude, la *salsola kali*, qui diffère un peu par son aspect de la *salsola soda*. Quant à la *salsola tragus*, que plusieurs auteurs mentionnent comme une espèce, ce n'est qu'une variété de la *salsola soda*. Les ailes du périgone sont rudimentaires, au lieu d'être dilatées sous forme de membrane, comme on le voit sur la figure 323.

M. Duval Jouve a publié en 1868, dans le *Bulletin de la Société botanique de France*, un travail sur les espèces de *salicornia*.

Voici la liste de ces espèces :

1° *Salicornia macrostachya;*
2° *Salicornia fruticosa;*
3° *Salicornia sarmentosa;*
4° *Salicornia patula;*
5° *Salicornia Emerici.*

Nous représentons (fig. 324) la *salicornia fruticosa* des marais d'Antibes.

Aux *salsola* et aux *salicornia* qui étaient brûlées sur les plages de la Méditerranée, on ajoutait quelques *atriplex*.

Les soudes naturelles les plus renommées sont celles qui proviennent d'Espagne, et que l'on désigne sous le nom de *soudes* d'*Alicante*, de *Carthagène*, de *Malaga*, de *Tortose*. Elles proviennent de la *salsola soda*, que l'on cultive avec soin sur les côtes espagnoles de la Méditerranée. Ces soudes sont d'une grande richesse. Lorsqu'on eut renoncé à produire de la soude dans le Languedoc, c'est aux soudes d'Espagne qu'eut recours la manufacture de glaces de Saint-Gobain.

Outre les soudes d'Espagne, on connaît les *cendres de Sicile*, de Cagliari, de Syrie, d'Alexandrie, d'Égypte, enfin les *bourdes* (soudes communes) de Tunis, de Tripoli, etc.

Il faut ajouter à cette liste la *soude de Ténériffe* qui provient de l'incinération du *mesembryanthemum cristallinum* ou *ficoïde glaciale*.

M. Payen a démontré, par des expériences directes, un fait assez remarquable : c'est que cette dernière plante renferme sur toute la périphérie de ses tiges, des glandes remplies d'une dissolution incolore d'oxalate de soude. Dans l'intérieur des terres continentales, les glandes de la même plante renferment de l'oxalate de potasse, au lieu d'oxalate de soude.

Il existe une grande analogie entre la soude

et la potasse. Cette analogie est telle que pendant longtemps on confondit ces deux espèces d'alcalis. Cette confusion dura jusqu'à l'année 1756. A cette époque, Duhamel publia dans les *Mémoires de l'Académie des sciences de Paris*, une *Dissertation sur le sel commun* où l'on trouve posée, pour la première fois, la distinction entre la soude et la potasse. Duhamel prouve, dans ce mémoire, que la base du sel marin est la soude, et que cette base diffère de la potasse.

La confusion qui a régné si longtemps entre la soude et la potasse est, du reste, facile à expliquer. La soude et la potasse sont également solubles dans l'eau ; elles ont toutes les deux une saveur âcre et caustique ; l'une et l'autre ont la propriété de former avec la silice des verres fusibles, de se combiner aux corps gras et de former avec ces corps gras des savons solubles dans l'eau.

Ce qui distingue la soude de la potasse, c'est que le premier de ces alcalis, quand il est à l'état caustique ou à l'état de carbonate, étant exposé à l'air, se dessèche et devient efflorescent, tandis que la potasse attire l'humidité et se résout en liquide. La soude, par sa combinaison avec les acides sulfurique, azotique ou chlorhydrique, forme des *sels hygrométriques*, d'une saveur salée. La potasse, au contraire, combinée avec les mêmes acides, forme des *sels très-secs*, ayant une saveur amère.

La soude, comme nous l'avons vu dans la Notice précédente, donne des savons durs ; la potasse est la base des savons mous.

Passons aux moyens qui servent à extraire la soude des plantes marines. Ces moyens sont fort simples, presque primitifs, et les mêmes d'ailleurs dans tous les pays. Tout se réduit à brûler ces plantes, à recueillir les cendres, qui se composent de carbonate de soude mêlé à d'autres sels étrangers, et à lessiver ces cendres avec de l'eau. La dissolution étant évaporée à sec, fournit le carbonate de soude, ou *soude naturelle*.

On comprend, au point de vue chimique, ce qui se passe pendant la combustion des plantes qui contiennent de la soude. Cet alcali se trouve, dans le tissu végétal, à l'état d'acétate, d'oxalate, de tartrate, etc. La chaleur décompose ces sels, comme elle décompose tout ce qui est de nature organique. L'acide carbonique est le produit principal de cette décomposition ; cet acide carbonique se combine avec la soude, devenue libre par la destruction des acides organiques, et ainsi se forme le carbonate de soude.

Les cendres des plantes marines contiennent donc, à l'état de carbonate, toute la soude qui existait dans ces plantes, et pour retirer ce sel des cendres dans lesquelles il existe mêlé à d'autres substances insolubles dans l'eau, il suffit, comme nous venons de le dire, de traiter ces cendres par l'eau qui dissout le carbonate de soude et d'évaporer cette dissolution.

Quant à la pratique de cette opération, voici comment on y procède sur les bords de la Méditerranée.

Les plantes marines, c'est-à-dire la *salsola* et la *salicornia*, après avoir été recueillies, sont d'abord étalées sur le sol, jusqu'à leur dessiccation. On les lie ensuite en gerbes, et lorsqu'on en a réuni une quantité suffisante, on commence l'incinération. On a creusé des trous circulaires d'environ 1 mètre 25 de diamètre et de 1 mètre 25 de profondeur. A quelques centimètres du fond, on a placé une grille en fer, à travers les mailles de laquelle les cendres tomberont dans le fond du trou. On allume une gerbe bien sèche, et à mesure qu'elle brûle on jette successivement sur cette première botte une douzaine d'autres gerbes, en ayant soin de donner de l'air à l'aide d'un *ringard* ou barre de fer, pour faciliter la combustion.

L'intensité de la chaleur est telle qu'elle

fait fondre les cendres; elles coulent, et tombent sous la grille.

Après la combustion, qui dure quelquefois cinq ou six jours, on retire les cendres,



Fig. 325. — Fucus nodosus.

qui se sont transformées par la fusion en une masse dure, compacte et qu'on ne peut casser qu'à coups de merlin. Si on ne veut pas en retirer le carbonate de soude pur, on vend ces cendres telles qu'on les retire du foyer. Les blocs de cendres sont alors placés dans des barils, et expédiés tels quels dans les fabriques de produits chimiques, les savonneries, etc.

En France, avons-nous dit, les soudes naturelles ne sont plus guère employées de nos jours que pour en retirer l'iode et le brôme.

Il y a dans l'eau de la mer de très-minimes traces de bromures et d'iodures, si minimes que l'analyse chimique peut à peine déceler la présence de ces deux sels dans l'eau de la mer. Mais, fait remarquable, les plantes qui vivent au fond des eaux de la mer ou sur ses bords, condensent, accumulent dans leur substance les iodures et les bromures. Si bien que les cendres provenant de la combustion de ces plantes, sont riches en bromures et en iodures.

On rencontre des iodures et bromures dans le tissu d'animaux marins, et cela par la même raison. Quelques polypiers, plusieurs mollusques de mer, les *doris*, *vénus*, *huîtres*, *éponges*, etc., contiennent des iodures. On a encore trouvé des iodures et bromures dans les eaux de Voghera, de Castelnuovo, d'Asti, d'une saline d'Antrequia, dans le sel de Bex, enfin dans les minerais d'argent de Mexico. M. Chatin a trouvé de l'iode dans les plantes qui végètent au milieu de la plupart des eaux courantes, douces ou salées, et même de minimes proportions dans l'air atmosphérique. On a indiqué la présence du brome dans les houilles de Mons et d'Anzin, de Commentry et de l'Allier, qui sont employées à la fabrication du gaz. Il est probable que la plupart des houilles renferment des iodures et des bromures. Enfin on a rencontré l'iode à l'état d'iodate et d'iodure dans l'azotate de soude du Pérou.

La fabrication des soudes des varechs, qui se fait sur les plages de la Bretagne, occupe aujourd'hui près de 4,000 ouvriers. Elle a pris de grands développements depuis que l'iode et le brome ont été appliqués aux opérations de la photographie.



Fig. 326. — Incinération des varechs sur les côtes de Bretagne.

On recueille les varechs ou algues, au bord de la mer. Le *pêcheur de varechs* s'avance dans les plages peu profondes à une certaine distance du rivage, et avec un long râteau il rassemble les filaments de varechs que la vague apporte et qu'elle remporterait en se retirant. Un âne ou un cheval emportent le butin. Comme les varechs flottent souvent sur l'eau, on peut en faire des radeaux, absolument comme on le fait pour les bois flottés. Ces radeaux sont poussés le long du rivage, dans le lieu où l'on doit procéder à leur incinération.

On va également arracher les varechs aux roches où ces plantes croissent en abondance.

L'incinération des varechs s'exécute, comme celle des plantes soudières des plages de la Méditerranée. On fait de grands tas de ces varechs (ou goémons); on y met le feu (fig. 326), et après la combustion on rassemble les cendres, quelquefois on les brûle dans des fosses maçonnées.

Un autre procédé a été essayé récemment : on a remplacé l'incinération par une carbonisation en petites meules closes. Seulement il faut commencer par bien dessécher les varechs. On évite ainsi la déperdition d'une notable quantité d'iodures et de bromures.

Les soudes de varech ne sont extraites, avons-nous dit, que pour les faire servir à la préparation des bromures et des iodures, sels très-employés dans la médecine, et qui servent également aux opérations de la photographie. Ce serait sortir du cadre de cette Notice que de décrire les procédés chimiques au moyen desquels on retire des sou-

des de varech les iodures et les bromures.

Nous ne terminerons pas ce qui concerne la soude des varechs, sans mentionner une source très-importante de ces plantes, source qui a été récemment signalée comme pouvant être exploitée avec profit pour fournir de l'iode et du brome.

Les varechs sont tellement abondants dans une partie de l'océan Atlantique peu distante du continent américain, qu'ils constituent, au milieu de l'Océan, une immense prairie d'un vert jaunâtre. Cette mer herbeuse ou mer de Varechs (de *Sargasso*, comme l'appellent les Portugais) s'étend sur un espace à peu près équivalent à la surface de la France. Elle est formée par le *fucus natans* dont les touffes, sans attaches au sol, sans racines, s'alignent dans la direction du vent et du courant. Des sondages faits dans cette mer en 1851 et 1852, ont donné des profondeurs variant de 2,600 à 7,000 mètres.

Un capitaine de vaisseau, M. Leps, qui a particulièrement étudié ces parages, pense que ce goémon ou varech pourrait être utilisé pour l'industrie et l'agriculture, plus facilement encore que celui des côtes de Bretagne. Des bâtiments prendraient aisément un chargement de la plante comprimée en ballots. Les navires pourraient même être munis des ustensiles nécessaires pour brûler les varechs sur place, et se charger seulement des cendres de ces végétaux.

Ce serait là une assez bonne spéculation ; car l'iode, qui ne s'extrait jusqu'ici que des varechs jetés par la mer sur les côtes, est d'un prix assez élevé, et tend encore à enchérir par suite de l'emploi récent de ce produit dans la fabrication d'une matière tinctoriale verte. L'iode est d'ailleurs en si petite quantité dans l'eau de la mer, qu'il ne faut pas moins de 30 millions de kilogrammes de cette eau pour fournir aux algues 1 kilogramme d'iode.

Passons au *natron* des anciens et à celui des modernes.

Le *natron* est un carbonate de soude que l'on trouve tout formé dans la nature, et notamment en Égypte, en Hongrie, en Italie (dans les provinces napolitaines), au Tibet, en Arabie, au Pérou, etc.

On regarde généralement le *natron* comme un produit qui ne fut en usage que dans l'antiquité, et dont notre génération n'a aucunement à s'inquiéter. Cependant il est des pays dans lesquels le natron se récolte encore et joue un certain rôle dans l'industrie locale. Force nous est donc d'en parler.

Les lacs qui fournissent du *natron* en Hongrie, sont situés dans le comtat de Bihar, entre Debreczin et Grossvaradin. On donne à ces lacs le nom de *Feyrto* (*lacs blancs*), en raison de la blancheur de leur sable, pendant l'été, lorsqu'ils sont à sec. Ce carbonate de soude naturel qui est exploité depuis un temps immémorial, est utilisé aujourd'hui dans les nombreuses savonneries de Debreczin.

En Égypte, c'est principalement de neuf lacs situés dans le désert de Thaïat, ou de Saint-Macaire, à l'ouest du Delta, qu'on rencontre le natron. Sicard et Volney ont décrit deux de ces lacs. Leur lit est une cavité de trois à quatre lieues de longueur, sur un quart de lieue de largeur. Leur fond est solide et pierreux. Pendant une partie de l'année, ils sont à sec ; mais en hiver, une eau d'un rouge violet arrive et les remplit presqu'à deux mètres de hauteur. Au retour des chaleurs l'eau s'évapore, et il reste alors une couche de *natron*, qu'on détache à coups de barre de fer.

Le *natron* est d'un blanc grisâtre ; sa saveur est salée et légèrement alcaline. Il se compose de carbonate de soude, mêlé à une grande quantité de sel marin. Sa richesse en carbonate de soude ne va que depuis 12 jusqu'à 25 pour 100. Le natron de Tripoli en

renferme 38 à 40 pour 100. Ce dernier est assez blanc, et forme des masses plates et cristallisées.

Pendant l'expédition d'Égypte, Bertholet étudia avec grand soin les lacs producteurs du natron. Ce célèbre chimiste a donné la théorie suivante de la formation de ce sel.

Tous les lacs d'où l'on extrait le natron contiennent du sel marin. Si le fond de ces lacs est argileux, on ne trouve que du sel marin sur leur lit desséché; mais si le sol contient beaucoup de carbonate de chaux, on y recueille du carbonate de soude. Berthollet conclut de là que le sel marin est décomposé par le carbonate calcaire, au moment où il ne reste dans le lac qu'une faible quantité d'eau. De la réaction de ces deux éléments résultent du chlorure de calcium, qui se dissout dans l'eau, et du carbonate de soude.

C'est ce que représente cette équation chimique :

$$\underbrace{CO^2, CaO}_{\text{Carbonate de chaux.}} + \underbrace{ClNa}_{\text{Chlorure de sodium.}} = \underbrace{CO^2, NaO}_{\text{Carbonate de soude.}} + \underbrace{ClCa}_{\text{Chlorure de calcium.}}$$

Il faut bien remarquer qu'au point de vue chimique, cette réaction est tout à fait anormale; car, dans les conditions ordinaires, une dissolution de chlorure de sodium ne décomposerait pas le carbonate de chaux. C'est tout le contraire, puisqu'une dissolution de carbonate de soude versée dans une dissolution de chlorure de calcium, amène une double décomposition, et une précipitation de carbonate de chaux, insoluble dans l'eau. Pour expliquer cette anomalie dans la réaction, Berthollet admettait ce qu'il appelait l'*influence des masses*. Si le chlorure de sodium décompose, dans les eaux à demi évaporées des lacs d'Égypte, le carbonate de chaux du sol, c'est que le chlorure de sodium, disait Berthollet, est en *grande masse*, en présence d'une faible proportion de carbonate de chaux du sol. Cette circonstance provoque le renversement des affinités chimiques. Telle est, du moins, la théorie de Berthollet, théorie restée classique dans les écoles de chimie. Et le fait sur lequel s'appuyait Berthollet pour faire admettre cette explication, c'était précisément le phénomène de la formation du *natron* absent de l'eau des lacs de l'Égypte.

D'après les chimistes modernes, la formation du carbonate alcalin dans les lacs de l'Égypte à demi desséchés, serait bien due à la réaction du sel marin sur le carbonate calcaire, ainsi que l'a reconnu Berthollet, mais ici interviendrait une cause physique particulière : l'*efflorescence* du carbonate de soude, c'est-à-dire la propriété qu'a ce sel de perdre son eau de cristallisation, et de grimper par-dessus le liquide dans lequel il vient de se former. Grâce à cette efflorescence, le carbonate de soude provenant de la réaction est amené hors de la liqueur, et la réaction peut continuer une fois ce sel hors du liquide.

Il est certain, comme nous venons de le dire, que la décomposition du sel marin par le carbonate de chaux est un fait contraire aux affinités chimiques, et que pour l'expliquer il faut faire intervenir ces causes physiques dont l'influence est quelquefois si considérable dans les réactions, et que Berthollet a eu la gloire de mettre en évidence. Selon Berthollet, dans le cas particulier de la formation du *natron*, il y a une dérogation aux lois de l'affinité chimique, par l'influence de ce que ce grand chimiste appelait les *masses*. Comme il y a une énorme quantité de carbonate de chaux en présence d'une faible proportion de sel marin, le carbonate de chaux qui n'est pas décomposé par le sel marin dans les circonstances habituelles (tout au contraire), est décomposé, *en raison des masses*, et de là résultent du carbonate de soude et du chlorure de sodium.

Les chimistes modernes, qui ont ajouté à

l'explication de Berthollet la considération de l'efflorescence du carbonate de soude, efflorescence qui fait que le sel, une fois produit, sort, pour ainsi dire, du théâtre de la réaction, qu'il grimpe et s'élève au-dessus des matières réagissantes, n'ont fait que confirmer la théorie de Berthollet, puisqu'ils font intervenir une seconde cause physique qui vient s'ajouter à la première, à l'action des *masses*, et concourir au même effet.

La théorie de Berthollet ainsi complétée explique d'une manière assez satisfaisante le fait, anormal au point de vue chimique, de la décomposition de la craie par le sel marin, en présence de l'eau.

Quand l'eau des lacs qui doivent fournir le *natron* est très-concentré par la chaleur solaire, elle prend une coloration rouge. Cette coloration provient d'être organisés microscopiques, animaux ou végétaux (crustacés brachiopodes ou protococcus). Ce signe indique l'approche de la récolte.

Après l'évaporation complète de l'eau du lac, on recueille, en les détachant comme nous l'avons dit, à coups de barre de fer, les incrustations cristallines qui sont formées de carbonate de soude, de sel marin, de sulfate de soude et de quelques centièmes de matières insolubles.

Dans les autres contrées que nous avons citées, le natron se produit également sous forme de cristaux qui apparaissent après l'évaporation des eaux des lacs par les chaleurs de l'été.

On a découvert en France quelques traces de *natron*, mais elles n'ont pas une importance industrielle. Chaptal, en remontant la petite rivière du Lez, qui coule à deux kilomètres de Montpellier, observa sur les tufs qui bordent cette rivière, de nombreuses efflorescences de *natron*, mêlées de sulfate de soude.

Ce même savant avait trouvé beaucoup de carbonate de soude sur les murs des villes de Grasse et de Draguignan. Il expliqua ce fait par la théorie de Berthollet, c'est-à-dire en admettant que le carbonate de chaux qui forme les murs est décomposé par le sel marin, sous l'influence de l'humidité qui imprègne ces murs. Cette observation, très-curieuse et très-fine de Chaptal, fut beaucoup remarquée de



Fig. 327. — Chaptal.

son temps. On la présenta avec raison, comme confirmant la théorie de Berthollet sur l'influence des *masses* qui provoquent des réactions contraires aux lois habituelles de l'affinité.

Chaptal a également trouvé du carbonate de soude provenant d'une réaction toute pareille dans les souterrains de Salze, près de Perpignan.

Telles sont les sources naturelles, pour ainsi dire, de la soude. Ces sources étaient les seules que l'on connût autrefois, c'est-à-dire jusqu'à l'année 1792. A cette époque la France, qui ne produisait que des soudes naturelles très-médiocres, était forcée de s'adresser à l'étranger, pour se procurer une substance indispensable à plusieurs de

ses industries. Pour les soudes d'Alicante, de Carthagène et de Malaga, la France payait à l'Espagne seule un tribut annuel de 20 à 30 millions de francs. Après la révolution de 1792, la France se trouvant en guerre avec l'Europe coalisée, tous les lieux de production de la soude naturelle, lui furent subitement fermés. Nos industries les plus importantes étaient sur le point de périr, lorsque la découverte du moyen de produire des soudes artificielles vint leur fournir une source inépuisable de cette soude, qui constitue une des bases fondamentales de l'industrie moderne. L'histoire de cette mémorable découverte fera l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE II

RÔLE DE LA SOUDE DANS L'INDUSTRIE. — TENTATIVES DIVERSES FAITES AVANT 1792, POUR REMPLACER LA SOUDE NATURELLE. — ESSAIS DU P. MALHERBE ET DE LA MÉTHERIE. — NICOLAS LEBLANC. — HISTOIRE DE SES TRAVAUX. — COLLABORATION DE DIZÉ. — DARCET. — L'USINE DE SAINT-DENIS. — APPEL DU COMITÉ DE SALUT PUBLIC. — APPROBATION DU PROCÉDÉ LEBLANC. — RUINE DE LEBLANC. — SA MORT. — SES TITRES A L'ADMIRATION DE LA POSTÉRITÉ. — DÉVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE DES SOUDES ARTIFICIELLES. — HOMMAGE RENDU EN 1856, PAR L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS, A LA MÉMOIRE DE LEBLANC.

La soude artificielle joue un rôle immense dans l'industrie du monde. Les faits suivants, exposés par M. Dumas dans un rapport fait en 1856, à l'Académie des sciences de Paris, en donneront une juste idée :

« La découverte de la soude factice a mis à la disposition des arts industriels, dit M. Dumas, un alcali puissant à bas prix, dont la production ne connaît pas de limites, puisqu'elle a pour base le sel marin. Son exploitation a donné un essor immense à la fabrication de l'acide sulfurique, dont elle assurait le débouché, et elle a été de la sorte l'occasion de tous les progrès qui s'y sont introduits. La fabrication de la soude artificielle, en faisant naître de prodigieuses quantités d'acide chlorhydrique, a donné une matière première à bas prix, propre à la création du chlorure de chaux, que les blanchisseries des fils ou des toiles de coton, de chanvre ou de lin, ainsi que les papeteries, consomment en quantités prodigieuses. Les verreries et les savonneries, depuis qu'elles peuvent disposer de ces soudes factices qu'on approprie si facilement et si exactement à leurs besoins variés, ont fait des progrès immenses pour la qualité et pour le bon marché de leurs produits.

« Depuis le commencement du siècle, toute l'industrie des produits chimiques, en Europe, pivote autour des manufactures de soude artificielle, et s'empare de leurs procédés ou vit de leurs produits. On peut estimer qu'en 1855 les usines à soude ont produit en Angleterre 150 millions de kilogrammes de cet alcali à divers états, et ont mis en mouvement une valeur de 30 millions. En France, la production s'est élevée à 60 ou 80 millions de kilogrammes, et elle peut être considérée comme égale au moins à ce chiffre pour le reste de l'Europe.

« La découverte de la soude artificielle est donc un des plus grands bienfaits, sinon le plus grand, dont les arts chimiques aient été dotés depuis soixante ans. Pour s'en faire une juste idée, il faudrait ajouter que la valeur vénale de la soude, ainsi que celle des produits qui se rattachent immédiatement à sa fabrication, ayant baissé depuis le commencement du siècle dans le rapport de 10 : 1, si le commerce et la consommation reçoivent en Europe maintenant pour 100 millions de marchandise par cette voie, il faudrait, pour être exact, dire que si la soude factice n'eût pas été inventée, les jouissances que le consommateur se procure à son aide lui coûteraient un milliard (1). »

La découverte de la soude artificielle est une des créations de notre époque révolutionnaire. En 1792, aux prises avec des nécessités immenses, dépourvue de ressources de fabrication, réduite jusque-là à tirer de l'étranger l'aliment nécessaire à son industrie, et bientôt même contrainte de renoncer aux approvisionnements obtenus par cette voie, la France dut songer à tout retirer de son propre sein. C'est sous l'aiguillon de ces circonstances impérieuses, qu'elle improvisa, en peu d'années, une série de découvertes qui eurent pour résultat de re-

(1) *Comptes-rendus de l'Académie des sciences* du 31 mars 1856.

lever dans notre pays l'industrie manufacturière. Le soufre que la Sicile nous refusait, fut extrait des pyrites de notre sol ; l'alun fut fabriqué avec les pyrites alumineuses; le salpêtre nécessaire à la fabrication de la poudre, fut préparé, pour la première fois, au moyen du lessivage des vieux plâtras, de la terre des caves et des écuries ; enfin la soude fut fabriquée avec le sel marin puisé sur notre littoral. Les nations qui avaient espéré anéantir le commerce et l'industrie de la France, furent obligées, plus tard, d'emprunter, pour se soutenir elles-mêmes, les moyens nouveaux créés par le patriotisme et le génie de notre nation.

De toutes les découvertes qui furent réalisées à cette époque, la fabrication de la soude artificielle est de beaucoup la plus remarquable par ses immenses résultats économiques. Nous allons dire comment elle s'accomplit.

Avant l'année 1792, la soude se préparait exclusivement au moyen de la combustion de certains végétaux, et pour satisfaire aux besoins de plusieurs de ses industries, la France, comme nous l'avons dit, payait alors à l'Espagne, qui lui fournissait les soudes d'Alicante, de Carthagène et de Malaga, un tribut annuel de 20 à 30 millions.

Ce fâcheux état de choses avait depuis longtemps préoccupé le gouvernement de nos rois, qui désirait affranchir l'industrie nationale du tribut onéreux qu'elle payait depuis des siècles à l'étranger. L'ancienne Académie des sciences mit en concours un prix de 2,400 francs, que le gouvernement l'avait chargée de décerner à l'auteur du meilleur travail sur la fabrication de la soude. Il s'agissait de soustraire l'industrie du blanchiment, celle du verre et celle des savons, aux effets fâcheux résultant du renchérissement des potasses, et de la hausse, toujours croissante, des soudes naturelles empruntées à l'Espagne.

Le sel marin était indiqué, dans le programme de l'Académie, comme la source à laquelle il fallait s'adresser pour la solution du problème de la fabrication artificielle de la soude. En effet, l'existence de la soude à l'état de carbonate dans certains lacs salés de l'Égypte, et l'emploi, pour préparer la soude naturelle, des plantes qui végètent sur le bord de la mer, démontraient que la source véritable de cet alcali se trouvait dans l'eau de la mer, et signalaient ainsi le véritable et inépuisable réservoir auquel il fallait s'adresser pour en obtenir la matière précieuse, objet de tant d'applications dans l'industrie.

Remis pendant quatre années consécutives, le prix proposé par l'Académie ne fut pas décerné.

Cependant, dès l'année 1777, une tentative avait été faite dans ce sens. Un bénédictin, le P. Malherbe, avait proposé, à cette époque, de convertir d'abord le sel marin en sulfate de soude et d'agir sur ce dernier sel pour le transformer en carbonate. A cet effet, le P. Malherbe faisait fondre le sulfate de soude avec du charbon et du fer. Il se forme ainsi un composé de soufre, de sodium et de fer, qui se délite à l'air, et donne du carbonate de soude quand on le lessive.

Ce moyen, dont l'invention remonte comme on le voit, à une époque éloignée, a été repris de nos jours. Nous verrons plus loin qu'un chimiste habile, M. Kopp, a exploité à Manchester un procédé pour la fabrication du carbonate de soude au moyen du fer et du charbon.

Dans le procédé du P. Malherbe, on agit avec le sulfate de soude. C'est le même produit que le savant rédacteur du *Journal de physique*, de la Métherie, proposait, en 1789, d'employer pour obtenir la soude artificielle. De la Métherie voulait que l'on décomposât le sulfate de soude par le charbon. Il pensait que, par l'action du char-

bon sur ce sel, il se produirait de l'acide sulfureux et de la soude caustique que l'on pourrait transformer ultérieurement en carbonate de soude par différents moyens.

« Il y a, disait-il, une manière de faire cette décomposition du sel marin, qui serait très-sûre, mais elle serait peut-être trop chère. Ce serait, dans des appareils convenables, de verser de l'acide vitriolique sur le sel marin ; l'acide marin se dégagerait et passerait dans les ballons et le résidu serait du vitriol de natron ou sel de Glauber. On décomposerait ensuite ce vitriol de natron en le calcinant avec du charbon. L'acide vitriolique se dégagerait sous forme d'acide sulfureux et le natron demeurerait pur. On le dissoudrait dans l'eau, filtrerait et ferait cristalliser....

« On pourrait ne pas perdre l'acide sulfureux pour le reconvertir en acide vitriolique. Ce serait en chauffant le vitriol et le charbon dans des vaisseaux fermés, par exemple dans des cornues dont le col aboutirait dans de grandes chambres semblables à celles où l'on brûle le soufre.....

« Peut-être l'acide vitriolique ne serait-il pas tout changé en acide sulfureux et qu'une portion le serait en soufre, ce qui formerait un hépar. Cet hépar pourrait à la vérité être décomposé par l'acide acéteux ou tout autre acide végétal et on obtiendrait un sel acéteux de natron ; et comme cet acide se décompose très-facilement par le feu, en chauffant ce sel acéteux on obtiendrait l'alcali pur; mais ces acides végétaux seraient dispendieux. »

Le procédé mis en avant par de la Métherie était impraticable, parce qu'il reposait sur une erreur. Le sulfate de soude, traité par le charbon, ne se change pas, en effet, en acide sulfureux et en soude, mais bien en sulfure de sodium, et ne peut servir, par conséquent, sans autre addition, à préparer du carbonate de soude. Mais, bien que fondé sur une erreur, le moyen proposé par le rédacteur du *Journal de physique* était destiné à devenir le point de départ de la fabrication de la soude factice.

En 1789, vivait à Paris un chirurgien, qui, doué de dispositions remarquables pour la physique et la chimie, se livrait avec succès à la culture de ces deux sciences. Il avait publié, en 1787, dans le *Journal de physique*, plusieurs mémoires sur les phénomènes relatifs à la cristallisation des sels neutres, et divers autres travaux d'un ordre élevé qui avaient attiré sur lui l'attention. Les recherches de Leblanc sur la formation des cristaux ont été résumées par lui dans une curieuse brochure publiée à la fin du siècle dernier, qui a pour titre : *la Cristallotechnie*, et qui renferme les vues les plus originales et les faits les mieux observés sur un sujet que personne n'avait réussi à élucider avant cette époque, et qui n'a reçu depuis ce moment que peu d'éclaircissements utiles.

Né en 1753, à Issoudun (Indre), Nicolas Leblanc avait passé dans l'obscurité de sa ville natale les premières années de sa vie. En 1780, il parvint à obtenir à Paris une position assez importante : il fut attaché, comme chirurgien, à la maison du duc d'Orléans.

Les expériences de de la Métherie, le prix proposé par l'Académie des sciences, engagèrent Leblanc à s'occuper de la recherche d'un procédé pour la fabrication de la soude factice. Mais, chargé d'une nombreuse famille, peu favorisé de la fortune, il ne pouvait, avec ses seules ressources, se lancer dans des expériences toujours coûteuses, et d'une durée indéfinie : il s'adressa au duc d'Orléans.

Le duc d'Orléans, homme fort éclairé, s'intéressait aux progrès des sciences. Versé lui-même dans la connaissance de la chimie, il n'hésitait pas à encourager tous les travaux qui avaient trait à l'application de cette science nouvelle. Nicolas Leblanc fut donc bien accueilli par le prince, qui lui accorda la somme nécessaire à l'exécution de ses recherches.

Mais ce ne fut pas sans de longs tâtonnements, sans des essais nombreux et variés, que Leblanc parvint au but important qu'il s'était proposé. La série des recherches successives, exécutées dans cette vue, par l'au-

teur de la découverte de la soude factice, est aujourd'hui très-instructive et très-intéressante à connaître.

Dans le début de ses travaux, opérant d'après l'idée de la Métherie, Leblanc se bornait à calciner un mélange de trois parties de charbon pulvérisé et d'une partie de sulfate de soude. Mais que pouvait-il obtenir en opérant ainsi ? Comme nous l'avons dit plus haut, un simple sulfure de sodium. La soude se trouvait donc convertie en un produit tout autre



Fig. 328. — La Métherie.

que celui qu'il importait de former. Il fut bientôt conduit à modifier cette insuffisante méthode.

M. Félix Boudet, auteur d'une intéressante Notice historique sur Dizé, le collaborateur de Leblanc, raconte ainsi comment ce dernier fut amené à perfectionner ses premiers procédés:

« Leblanc, nous dit M. Félix Boudet, fit des démarches auprès du duc d'Orléans. Le prince l'accueillit avec bienveillance, mais refusa de prendre aucun engagement avec lui avant que Darcet eût constaté la valeur réelle de son procédé. Darcet était alors très-occupé d'un travail relatif aux monnaies; il chargea M. Dizé, son préparateur, de le suppléer pour cet examen. Leblanc se mit aussitôt à l'œuvre dans le laboratoire de Darcet, au Collége de France, sous les yeux et avec la collaboration de M. Dizé. Il incinéra un mélange de trois parties de charbon pulvérisé avec une partie de sulfate de soude, jusqu'à ce que le charbon fût entièrement brûlé; mais ce produit n'était qu'un sulfure, et ne justifiait en aucune manière l'opinion qu'il avait avancée. Il soutint cependant qu'il avait obtenu de la soude par ce procédé, et, pendant quinze jours, il exécuta un très-grand nombre d'incinérations de sulfate de soude et de charbon, en variant les proportions du mélange et les conditions de l'expérience; mais il ne fut pas plus heureux.

« Le procès-verbal des essais était rédigé avec la plus grande exactitude par M. Dizé; il détruisait la valeur du procédé de Leblanc. Darcet allait adresser au duc d'Orléans un rapport défavorable; Leblanc, soutenu par cette persévérance infatigable qui bien souvent est le génie des découvertes, le pria de différer et de lui permettre de continuer ses recherches avec l'assistance de M. Dizé.

« Mais un autre obstacle allait l'arrêter encore, de nouveaux essais devaient l'entraîner dans des dépenses qui auraient été trop onéreuses pour lui. Darcet leva cette difficulté en obtenant du duc d'Orléans qu'il en ferait les frais. Dès ce moment, un plan d'expériences fut arrêté entre les deux collaborateurs, et ils se mirent à l'œuvre. »

La formation du sulfure de sodium pendant la calcination du sulfate de soude avec le charbon, était la réaction qu'il s'agissait d'empêcher. Pour y parvenir, il fallait déterminer avec soin les proportions du sulfure formées dans chaque produit, afin de comparer ces produits entre eux et d'apprécier la valeur relative des résultats de chaque expérience. L'azotate de plomb, les acides, furent tour à tour employés comme moyens de dosage du sulfure de sodium. Enfin, Leblanc eut l'idée de faire usage, dans le même but, d'un courant d'acide carbonique dégagé du carbonate de chaux. L'acide carbonique chassait le soufre, à l'état d'acide sulfhydrique, et transformait ainsi le sulfure en carbonate.

Cette élimination du soufre par l'acide carbonique, et la formation du carbonate de soude, qu'il n'avait d'abord employée que comme moyen d'analyse dans le cours de ses opérations, frappèrent vivement l'esprit

de Leblanc. Cette formation de carbonate de soude fut pour lui un véritable trait de lumière, au milieu de l'obscur dédale où il était engagé. Il comprit que l'acide carbonique serait un moyen excellent pour la fabrication de la soude. Intervenant pendant la réaction du charbon sur le sulfure, ce gaz pourrait, en effet, chasser l'hydrogène sulfuré, empêcher la production du sulfure, et fournir, en définitive, le carbonate de soude qu'il s'agissait d'obtenir.

Leblanc se trouvait donc sur la voie de ce qu'il cherchait. Cependant, il était loin encore d'avoir atteint son but. La préparation



Fig. 329. — Le duc d'Orléans (Philippe-Égalité).

industrielle du carbonate de soude ne pouvait évidemment s'effectuer d'une manière pratique avec l'acide carbonique gazeux. Leblanc songea donc à l'une des combinaisons de cet acide, c'est-à-dire au carbonate de chaux. Il fit d'abord usage du carbonate de chaux par la voie humide ; il essaya d'obtenir du carbonate de soude en faisant réagir une dissolution de sulfate de soude sur un mélange de charbon et de carbonate de chaux. Mais ce fut en vain.

Désespérant de réussir par la voie humide, Leblanc recourut à la voie sèche. Il mêla une dissolution très-concentrée de sulfure de sodium avec du carbonate de chaux et du charbon, et chauffa le mélange dans une marmite de fonte ; puis la température fut élevée au rouge et la masse se trouva en partie fondue. Il laissa refroidir à part la portion fondue ; alors, l'ayant dissoute dans l'eau et traitée par les acides et le nitrate de plomb, il reconnut que la dissolution contenait beaucoup moins de sulfure que dans ses précédentes expériences.

Ce résultat fut immédiatement communiqué au chimiste Darcet, qui conseilla de répéter l'expérience dans un creuset. Le conseil fut suivi. La calcination directe du sulfate de soude avec le charbon et le carbonate de chaux fut aussitôt essayée, et elle réussit complétement. Leblanc obtint, en opérant ainsi, ses premiers cristaux de soude carbonatée. C'est en 1790 que ce grand résultat fut obtenu.

Ainsi le problème si longtemps poursuivi était résolu ; une industrie nouvelle, d'une portée incalculable, venait de prendre naissance. Elle était le résultat des inspirations de de la Métherie, des recherches infatigables de Leblanc et de la collaboration de Dizé, éclairés par les conseils de Darcet. C'est dans le laboratoire de Darcet, au Collége de France, qu'avaient eu lieu ces expériences mémorables.

Il ne suffisait pas néanmoins d'avoir obtenu des cristaux de soude factice dans des essais de laboratoire ; il fallait traiter en grand ce procédé, et transporter dans un établissement véritablement industriel cette belle conquête de la science.

Pour obtenir les moyens d'établir sur une échelle convenable la fabrication de la soude, Leblanc et Dizé s'adressèrent au duc d'Orléans. Ce prince, qui se trouvait alors en

Angleterre, consentit à fournir les capitaux nécessaires pour cette entreprise et à entrer lui-même dans la société. Une association industrielle fut donc formée entre le duc d'Orléans, Leblanc et Dizé.

Deux actes authentiques dressés, l'un par Lutherland, notaire à Londres, en date du 12 février 1790, l'autre par Brochard, notaire à Paris, en date du 20 janvier 1791, stipulent les conventions des parties. Le duc d'Orléans apportait une somme de 170,000 fr.; Leblanc et Dizé, leurs procédés et secrets.

Les deux articles les plus importants de ce traité sont ainsi conçus :

« Art. 1. D'autant que lesdits sieurs Leblanc et Dizé sont auteurs d'un procédé secret pour la confection de soude, de sel ammoniac et de blanc de plomb, et que la conduite desdits procédés exige une somme considérable d'argent, lesdits sieurs Leblanc et Dizé ont demandé à Sadite Altesse Sérénissime qu'il leur fournisse la somme de deux cent mille livres tournois pour les mettre en état de poursuivre lesdits procédés avantageusement. .

« Art. 7. Lesdits sieurs Leblanc et Dizé conviennent et s'engagent envers S. A. S., c'est-à-dire le sieur Leblanc, de mettre en dépôt le secret pour faire de la soude dont il est auteur, et le sieur Dizé le secret pour faire le blanc de plomb dont il est aussi auteur, lesquels procédés, ainsi que celui pour la confection du sel ammoniac, seront donnés par écrit et certifiés par M. Darcet, et puis cachetés des cachets de S. A. S. le duc d'Orléans et des sieurs Leblanc et Dizé, et déposés entre les mains du sieur Brochard, notaire à Paris, pour n'être ouverts qu'en cas de mort ou abandonnement de fait des auteurs... »

Conformément aux conventions de cet acte, une manufacture de soude factice, dirigée par Leblanc et Dizé, et entretenue par les fonds du duc d'Orléans, fut établie à Saint-Denis, dès les premiers mois de 1791. Bientôt sa prospérité ne put être mise en doute : 250 à 300 kilogrammes de soude étaient journellement produits. Non-seulement on y fabriquait la soude, mais c'est dans l'usine même que le sel marin était transformé en sulfate de soude et en acide chlorhydrique ; on préparait même avec cet acide du sel ammoniac.

Le procédé employé par Leblanc et Dizé pour la préparation de la soude artificielle, était alors presque textuellement ce qu'il est aujourd'hui. Il suffit, pour s'en convaincre, de lire le rapport qui fut adressé par Darcet, Desmarets et de Servières, à propos de la demande qui avait été faite par ce dernier, pour obtenir en son nom un brevet d'invention.

Voici le texte de ce rapport, fait le 23 septembre 1791.

« *Procédé de conversion du sel de Glauber en soude.* — Au moyen d'un rouleau de fonte établi à l'instar des égrugeoirs qui servent à écraser les fruits, on réduit en poudre très-fine et on mêle bien ensemble les différentes matières dans les proportions suivantes :

« Sel de Glauber desséché, 100 livres ;

« Terre calcaire pure, 100 livres. (C'est la craie telle qu'on la prépare à Meudon.)

« Charbon en poudre, 50 livres.

« On étend ce mélange dans un fourneau de réverbère, dont je vais faire la description dans un instant; on bouche les ouvreaux et l'on donne le feu ; la matière entre en fonte pultacée, bouillonne et se constitue en soude, qui ne diffère de la soude du commerce que par une richesse infiniment plus grande. La matière a besoin d'être remuée pendant la fusion ; on se sert pour cela de râteaux de fer, rabots, ringards, etc., et il s'établit sur la surface de la matière en fusion une multitude de jets de flamme pareils aux jets d'une chandelle. Lorsque le phénomène commence à disparaître, l'opération est finie. On retire la matière avec des rabots de fer, et l'on pourrait la recevoir dans des vases de tôle, par exemple, ou dans tout autre vase, si on voulait lui donner la forme de blocs de soude du commerce.

« Cette opération peut se faire dans des vaisseaux fermés, mais elle devient alors plus dispendieuse ; on peut aussi varier les doses, par exemple diminuer les proportions de la terre et du charbon ; mais les quantités qui viennent d'être prescrites sont celles qui m'ont paru les plus convenables pour assurer davantage le succès de l'opération. Les quantités que je viens de donner dans l'exemple fournissent au delà de 150 livres de soude, qui donnent plus de 75 au quintal d'une soude d'excellente qualité.

« Il existe une multitude de moyens de perfectionnement sur lesquels je fais chaque jour des recherches. »

Jusqu'en novembre 1793, l'usine de Saint-

Denis marcha sans interruption. Mais, à cette époque un coup terrible vint frapper la Société. Le duc d'Orléans périt sur l'échafaud révolutionnaire, et ses biens furent mis sous le séquestre. L'usine de Saint-Denis, dans laquelle ce prince avait la plus grande part de propriété, se trouva comprise dans le séquestre, et la fabrication de la soude se trouva ainsi complétement arrêtée. La manufacture et son matériel furent vendus, et ses produits confisqués.

Cependant, dès l'année suivante, le besoin de la soude se faisait sentir très-impérieusement en France. En guerre avec l'Europe, priée des relations du commerce maritime qui lui avaient procuré jusque-là les soudes étrangères, la France allait voir un grand nombre de ses manufactures périr faute de ce produit, qui est le point de départ de la fabrication de tant de matières. C'est de cette situation désespérée que sortit la découverte de la soude factice.

Pour suppléer à la soude on essaya d'abord d'avoir recours à la potasse; mais cette matière, indispensable elle-même à la confection du salpêtre, manqua bientôt presque totalement. D'ailleurs la potasse ne pouvait remplacer la soude pour la fabrication du savon ni pour celle du verre.

Dans cette extrémité, le Comité de salut public résolut de faire appel au patriotisme des citoyens. Sur la proposition de Carny, qui était lui-même l'inventeur d'un procédé particulier pour l'extraction de la soude, et dont il faisait l'abandon, le Comité engagea tous les citoyens possesseurs de procédés analogues, à les divulguer, c'est-à-dire à en faire le généreux sacrifice à la patrie menacée.

Dès l'annonce de cette mesure, Shée, l'associé de Leblanc, écrivit à ce dernier la lettre suivante, qui, par son grand caractère, est digne d'être conservée :

« Je viens dans le moment de lire, dans la feuille intitulée *le Moniteur*, en date d'hier, que tous les républicains possesseurs de quelques secrets ou procédés pour la fabrication de la soude par la décomposition du sel marin, étaient invités à en faire part au Comité de salut public, section des Armées, parce que la patrie pouvait en retirer des avantages précieux pour ses moyens de défense.

« J'imagine que tu es parfaitement au fait de cette affaire, et ton patriotisme t'aura suggéré sur-le-champ, j'en suis sûr, le sacrifice de ton secret, fruit de tes longues et laborieuses recherches.

« Néanmoins, réfléchissant que ta délicatesse pourrait te présenter quelques scrupules dans l'entreprise de la fabrication de la soude, je m'empresse de t'assurer, pour ma part, que de tout mon cœur je consens, et même t'invite, s'il en était besoin, à révéler à la nation tout ce que tu sais sur cet important objet. Je suis persuadé que le citoyen Dizé trouvera dans son civisme tous les motifs nécessaires pour approuver cette démarche ; au reste tu es à portée d'en conférer avec lui. Mais quant à ce qui regarde mon intérêt personnel, je m'en rapporte entièrement à tout ce que te dicteront ta prudence et ta probité.

« Je fais des vœux bien sincères pour que ton secret ait la gloire de contribuer d'une manière grande et efficace au salut de la patrie. »

Leblanc n'hésita pas; il autorisa la publication de son procédé, jusque-là tenu secret.

Du reste, il ne fit pas seul preuve de patriotisme. On a déjà vu que Carny avait fait le sacrifice de son procédé ; Chaptal, Guyton, Bérard, Athenas, Alban, Southon et Ribeaucourt, s'empressèrent d'envoyer au Comité de salut public, la description des procédés qu'ils avaient essayés ou mis en pratique pour la fabrication de la soude.

Toutes ces diverses méthodes furent soumises à des expériences comparatives par la commission, qui était composée de Darcet, Pelletier, Lelièvre et Alexandre Giraud.

Mais une seule atteignait le but proposé dans ce grand concours ouvert au patriotisme et au génie ; c'était celle de Leblanc. En présence des résultats qui furent obtenus sous ses yeux par Leblanc et Dizé, la commission ne pouvait hésiter. Elle proclama la supériorité de la méthode de Leblanc, c'est-à-dire du procédé admirable qui survit encore aujourd'hui, et qui s'est conservé, depuis l'an II de la République, dans toutes les

fabriques du monde, sans modification notable (1).

Sur l'ordre du gouvernement, le procédé de Leblanc fut rendu public, et chacun put désormais le mettre librement en pratique.

Mais, en enrichissant la France de cette grande découverte, Leblanc et Dizé s'étaient ruinés du même coup. A dater du rapport de la commission du Comité de salut public, la fabrication de la soude fut permise à chacun. Quant à l'usine de Saint-Denis, ruinée par la vente qui avait été faite auparavant et de son matériel et de ses produits, elle fut abandonnée.

Leblanc et ses associés reçurent-ils du moins quelque indemnité pour compenser les pertes énormes qu'ils venaient d'éprouver ?

Le 17 floréal an VII, une décision ministérielle mit Leblanc en possession de l'usine de Saint-Denis. Dans l'opinion du ministre, cette restitution était suffisante pour la réparation du dommage qu'avait occasionné à l'inventeur la publicité donnée à son brevet. Deux jours après, la société qui avait existé entre Leblanc, Dizé et Shée (ce dernier représentant le duc d'Orléans) fut rompue devant le préfet de la Seine. Le tribunal de commerce fut aussi chargé d'évaluer le dommage subi par les associés et les indemnités qui leur étaient dues. Mais ce tribunal s'étant déclaré incompétent, on eut recours au préfet de la Seine, qui chargea Deyeux et Vauquelin de lui adresser un rapport à ce sujet.

Ce rapport fut favorable aux associés; une ordonnance ministérielle fut rendue en ce sens. Malgré cela, il fut décidé, en dernier ressort, que les comptes de l'État vis-à-vis de Leblanc étaient suffisamment réglés par la restitution qui lui était faite, à titre gratuit, de l'usine de Saint-Denis.

Cette décision injuste et inattendue, qui donnait à Leblanc la liberté d'agir, mais lui refusait les capitaux indispensables pour le faire, impressionna vivement l'âme, déjà trop éprouvée, du malheureux inventeur. Combien d'efforts ne tenta-t-il pas pour triompher de sa pénible situation ! Il n'oublia rien pour assurer le succès de l'œuvre capitale à laquelle il avait consacré sa vie, et dont il comprenait tout l'avenir. Ses économies, le fruit de quelques travaux entrepris au jour le jour, tout est consacré à ce grand objet. Quand il est réduit à la dernière extrémité, il frappe à toutes les portes.

Dès le 19 fructidor an II, Leblanc obtient 4,000 livres du Comité de salut public, pour satisfaire aux avances qu'il a faites relativement au procédé dont il est l'inventeur.

Le 9 ventôse an VII, le ministre de l'intérieur, François de Neufchâteau, lui accorde 3,000 francs dans le but de lui faciliter les moyens de relever son ancienne fabrique de soude. Il est vrai que ces 3,000 francs ne furent pas payés.

Le 14 brumaire an VIII, le ministre de l'intérieur, Quinette, écrivait au ministre des finances « pour l'inviter fortement à « fixer une attention particulière sur le bien « général qui pourrait résulter de la reprise « des travaux de l'usine séquestrée. » Il ajoutait « que le produit de la vente de cette « manufacture ne compenserait jamais les « services que Leblanc pourrait rendre à la « République, s'il lui était permis de re-

(1) Voici les procédés que la commission nommée par le gouvernement avait eu à examiner : Décomposition du sel marin par la litharge (procédé de Schèele donnant du chlorure de plomb et de la soude); — traitement du sulfate de soude par le charbon, et du sulfure de sodium par le fer (Alban), produisant de la soude et du sulfure de fer; — décomposition du sel marin par la chaux (Carny), qui donnait de la soude carbonatée en efflorescences; — décomposition du sel marin par le sulfate de fer, à l'aide de l'eau, puis d'une haute température et de l'air (Athenas), produisant du sulfate de soude et du peroxyde de fer; — décomposition du sulfate de soude par le charbon (Ribeaucourt). Ce dernier chimiste croyait obtenir de la soude, mais le produit n'était que du sulfure de sodium, que l'on avait pris pour de la soude, parce qu'il a quelque action dans le blanchiment des étoffes, en raison du carbonate de soude qui se forme par l'action de l'air.

(*Annales de Chimie*, 1792.)

« prendre ses travaux et de leur donner une « nouvelle activité. »

Le 12 frimaire an IX, Fourcroy lui annonce un commencement de justice, grâce à la bonne volonté de Chaptal, alors ministre.

Le 11 prairial an XI, sur le rapport de trois de ses membres, Vauquelin, Molard et Guyton de Morveau, la *Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, alors naissante, décidait qu'une somme de 2,000 francs, qui représentait ses premières économies, serait confiée à Leblanc, pour l'aider à mettre de nouveau en activité la manufacture dont il avait repris possession. « Ce secours s'adresse, disaient les « rapporteurs, à l'homme probe et intel- « ligent qui pendant la Révolution a rem- « pli avec honneur diverses fonctions publi- « ques fort importantes, qui le premier a « conçu l'idée d'une fabrique de soude arti- « ficielle, qui l'a exécutée en grand avec « tout le succès qu'on pouvait désirer, et « qui, par son exemple, aurait affranchi la « France du tribut qu'elle paie à l'étranger « si les malheurs de la Révolution n'eussent « interrompu ses travaux. »

Mais ces témoignages de sympathie et ces offres de secours étaient insuffisants pour atteindre le but que Leblanc se proposait. Aux prises avec la misère, fatigué de ses longues et toujours inutiles tentatives pour obtenir justice, impuissant à arracher sa nombreuse famille à la détresse qui l'accablait, il tomba dans un profond et morne désespoir. Le 16 janvier 1806, il se frappa au cœur d'un coup de poignard.

Telle fut la mort d'un bienfaiteur de l'humanité !

« C'était pourtant un homme puissant d'imagination et de savoir, nous dit l'auteur d'une courte notice sur Nicolas Leblanc. On le trouve six fois nommé administrateur au département de la Seine, membre de l'Assemblée législative, commissaire dans toutes les hautes questions de science, d'art, d'instruction, d'ordre et d'économie politique. Il est membre de toutes les sociétés savantes, partout actif et méritant. Il est correspondant de l'École des mines, régisseur des poudres et salpêtres, membre du Lycée des arts, du Bureau consultatif, du Directoire de conservation des objets d'art et de science, etc., etc.

« Lacépède, Fourcroy, Haüy, Berthollet, Vauquelin et d'autres encore, lui prodiguent les expressions de leur affection et de leur estime.

« Le gouvernement l'envoie dans le Tarn et l'Aveyron, diriger, faire renaître des mines d'alun ; il s'y rend et donne à ces exploitations une impulsion heureuse.

« Il explore le plateau de Larzac, près Milhau, et il en dévoile toutes les richesses minérales. De tous côtés, il porte un œil intelligent ; s'il aperçoit des richesses qui, dans la tourmente, sont menacées de se trouver perdues, il les sauve. « Il s'occupe avec une intelligence, qui est celle d'un maître, de tout ce qui est monument, par rapport aux arts, aux sciences, aux lettres, à l'histoire ; et, en passant à Albi, il fait la description de la cathédrale de cette ville, en homme initié à tout ce qui est grand en architecture et en archéologie.

« Rentré à Paris, après trois ans des plus dures fonctions, il occupe les sociétés savantes et l'Académie des sciences de ses travaux et de ses recherches ; il lit des mémoires sur le nickel, sur l'alun, sur le sulfate de magnésie, sur le cobalt, sur l'ammoniaque, sur les matières dont on peut l'extraire avec économie; il expose des procédés nouveaux touchant la production et l'extraction du salpêtre. Sur la demande de la Régie des salines, il convertit le sulfate de soude en carbonate de soude par des moyens perfectionnés. Il s'occupe de rechercher et il trouve des procédés jugés précieux, par Fourcroy et Vauquelin, pour utiliser les immondices de Montfaucon ; il rédige un savant et judicieux Mémoire sur l'influence des arts chimiques dans la production des engrais; et, par avance, il prévoit tous les services que la chimie rendra lorsqu'elle viendra dévoiler à l'agriculture le secret des substances qui concourent au développement des plantes. Chaptal, ministre alors, avait très-favorablement accueilli ce travail, et Fourcroy s'y intéressait vivement.

« D'autres idées, non moins fécondes, bouillonnaient encore au cerveau de cet homme, lorsqu'il fut assailli par cet affreux désespoir qui quelquefois s'attache, et bien funestement, aux génies féconds que l'impuissance accable. »

On voit, par cette simple énumération de ses travaux, que l'inventeur de la soude artificielle était un savant d'un ordre élevé, et que ses connaissances étendues, son génie varié, auraient encore rendu à la science d'importants services, si une mort affreuse

n'était venue interrompre le cours d'une si noble existence.

Les deux associés de Leblanc, Dizé et Shée, eurent un sort moins pénible.

A l'époque du désastre de Saint-Denis, Dizé était attaché, en qualité de pharmacien, aux hôpitaux militaires. Il poursuivit avec activité sa laborieuse et honorable carrière de chimiste et de pharmacien. Il vivait encore en 1852, et nous l'avons tous connu dans les laboratoires de chimie de la Sorbonne et du Collége de France, qu'il aimait à fréquenter.

Dizé n'avait pas été sans utilité pour Leblanc, dont il fut le collaborateur assidu. La mise en pratique de la fabrication de la soude a reçu, de ses connaissances chimiques et de son habitude des travaux de laboratoire, un secours très-efficace. Mais son rôle en cela ne fut que secondaire. D'après l'enquête attentive à laquelle s'est livrée la commission de l'Académie des sciences, c'est à Leblanc que revient, sans aucun doute, le mérite tout entier de la découverte de la soude factice.

Shée, l'ancien intendant du duc d'Orléans, après avoir passé plusieurs années dans la retraite, finit par se rallier au gouvernement du premier consul. Il devint successivement conseiller d'État, préfet du Bas-Rhin, enfin sénateur.

Telle est l'histoire de l'invention de la soude artificielle. Ce récit éveille d'amères pensées sur le déplorable sort qui est trop souvent réservé aux inventeurs, sur l'indifférence des gouvernements, ou peut-être seulement sur l'inexpérience où l'on était en France, dans les premières années de notre siècle, de tout ce qui intéresse les découvertes industrielles.

Après la mort de Nicolas Leblanc, l'industrie de la fabrication des soudes prit un développement rapide. Les premières fabriques de ce genre furent établies par J.-B. Payen père, dans la plaine de Grenelle, près Paris (comprise aujourd'hui dans l'enceinte de la capitale) et par Darcet, à la Folie-Nanterre, ainsi qu'à Saint-Denis. En 1805, ces fabriques fournissaient déjà par jour jusqu'à 22,000 kilogrammes de soude. En 1806, on vit des fabriques de soude s'établir, pour la première fois, à Rouen et à Marseille.

Ce ne fut pas néanmoins sans de sérieuses résistances que cette industrie nouvelle fut acceptée dans nos villes manufacturières. Marseille, aujourd'hui le siége d'une si immense production de cette substance, se distingua surtout par son ardeur à proscrire la soude factice. Le commerce maritime de cette ville se croyait menacé par la suppression des soudes étrangères. On ne réfléchissait pas que le commerce intérieur et le développement de l'industrie nationale, devaient réparer au centuple la perte survenue de ce côté.

Le préjugé contre les soudes factices était si répandu à Marseille, que la Chambre de commerce de cette ville écrivait, le 9 décembre 1814 : « On verra tôt ou tard, en France, les savons fabriqués avec la soude artificielle, abandonnés. »

On s'imaginait, ou l'on voulait faire croire, que le savon fait avec la soude artificielle était nuisible au linge et altérait la santé de ceux qui en faisaient usage.

Les préjugés populaires allèrent plus loin. Les paysans provençaux assuraient que les fabriques de soude empêchaient la pluie, parce que la fumée des usines écartait les nuages. On aurait peine à le croire, si le fait n'était attesté par les témoignages les plus précis. En 1815 et 1816, les paysans du village de Septèmes menaçaient de détruire les fabriques de soude établies dans cette localité, et l'on fut obligé, pendant ces deux années, d'y cantonner des troupes de la garnison de Marseille, pour protéger les fabri-

ques contre l'exaspération de ces habitants.

Les paysans provençaux voulant détruire les usines de soude factice qui devaient tant enrichir Marseille, rappellent exactement les ouvriers de Lyon voulant jeter dans le Rhône, Jacquart, l'inventeur du métier qui devait tant enrichir leur ville.

Marseille adressait au gouvernement des mémoires, dans lesquels la soude artificielle était dénoncée comme la matière la plus funeste aux progrès de l'industrie. On demandait, en conséquence, que l'emploi en fût proscrit par le gouvernement. La soude artificielle avait le tort, aux yeux de certaines personnes, d'être un produit de l'époque révolutionnaire, et on tenait à lui faire expier son origine.

Dans son *Histoire de l'Administration*, Costaz rapporte, à ce propos, un fait dont le souvenir mérite d'être conservé.

Sous la Restauration, le comte d'Artois, depuis Charles X, parcourait nos provinces du Midi. Le conseil municipal des Bouches-du-Rhône s'assembla pour désigner celle des manufactures qu'on prierait le prince d'honorer de sa visite. Quelqu'un ayant parlé d'une manufacture de soude factice, cette proposition fut aussitôt rejetée, sur le motif que les établissements de ce genre étaient des *créations révolutionnaires*. Aussi, lorsque le comte d'Artois fut conduit dans une savonnerie, ainsi que nous l'avons dit dans la Notice précédente, eut-on l'attention d'en choisir une qui passait pour faire un usage exclusif des soudes naturelles. Le propriétaire ne manqua pas de se glorifier auprès du prince « de sa persévérance à suivre les anciens errements.» Cette persévérance était méritoire, car elle lui coûtait cher ; mais elle dura peu. Ce bon fabricant finit par imiter ses confrères, et il s'en trouva bien (1).

La grande injustice dont Leblanc fut victime a été heureusement réparée de nos jours. Sa mémoire, à défaut de sa personne, a reçu l'hommage qui lui était dû. En 1855, pendant l'Exposition universelle, lorsque les produits innombrables qui découlent des travaux de Leblanc se trouvaient réunis au Palais de l'Industrie, sa famille adressait à l'Empereur Napoléon III, une lettre conçue en ces termes :

« Nicolas Leblanc, l'inventeur de la soude artificielle, a donné l'essor à toutes les applications de la chimie aux arts.

« Sa découverte mémorable est la première dont la science pure ait doté l'industrie ; c'est la seule que soixante ans de pratique n'aient pas modifiée ; c'est celle dont les applications ont le plus grandi.

« L'Europe fabrique aujourd'hui trois cents millions de kilogrammes de soude artificielle, qui donnent à tous les arts chimiques une matière première indispensable.

« La première usine fondée par Leblanc fut mise sous le séquestre en 1793. Son procédé fut publié par la Convention comme étant d'utilité publique, et l'inventeur dépouillé du fruit de son génie.

« Leblanc mourut dans la détresse, à la suite de ces malheurs immérités.

« Le moment n'est-il pas venu, Sire, de rendre à la mémoire de Leblanc un hommage qui lui est dû à tant de titres, et qui serait à la fois une consolation pour sa famille et une réparation pour les souffrances que ses contemporains lui ont infligées ?

« La France et l'Europe lui doivent une reconnaissance dont Votre Majesté seule peut trouver l'expression et dont il n'appartient qu'à elle de se faire l'interprète.

« Les enfants de LEBLANC. »

Datée du 9 novembre 1855, cette pétition était remise, quatre jours après, le 14 novembre, par Napoléon III lui-même, au ministre de l'instruction publique, pour faire commencer l'information qu'elle rendait nécessaire.

La section de chimie de l'Académie des sciences fut chargée par le Ministre de lui faire un rapport sur le rôle joué par Leblanc dans la découverte de la soude artificielle et sur la part qu'avait eue dans la même découverte son collaborateur Dizé.

(1) Costaz, *Histoire de l'administration en France*, t. I, page 394.

M. Dumas, au nom de la section de chimie, lut le 31 mars 1856, un remarquable rapport à l'Académie qui renferme les résultats de l'enquête attentive à laquelle il s'était livré à cet égard. Les conclusions de ce travail étaient les suivantes :

« La découverte importante du procédé par lequel on extrait la soude du sel marin, appartient tout entière à Leblanc.

« Dizé n'a fait des recherches en commun avec Leblanc que pour mieux déterminer les proportions des matières à employer dans la fabrication de la soude, et pour établir la manufacture de Saint-Denis.

« Si donc, comme le désire la famille de Leblanc, il s'agit de rendre un juste hommage à l'auteur de la découverte de la soude factice, c'est à la mémoire de Leblanc qu'il est dû, c'est à sa famille que le témoignage doit en être adressé; s'il s'agissait, en outre, d'indemnités à accorder en raison des pertes éprouvées par suite du séquestre mis sur la fabrique de Saint-Denis, ou de la divulgation du brevet de Leblanc et de son annulation, sauf avis d'une autorité plus compétente, la section penserait que ces indemnités doivent être partagées entre les divers associés, aux termes de l'acte d'association du 27 janvier 1791. »

Après une courte discussion, dans laquelle Thénard trouva de généreux accents et d'éloquentes paroles pour honorer la mémoire de l'infortuné Leblanc, l'Académie des sciences adopta les conclusions précédentes, et le Ministre de l'instruction publique accorda aux enfants de Leblanc une pension viagère.

C'était peu sans doute, mais cela prouvait au moins que la France n'était pas tout à fait oublieuse des services qu'elle avait reçus de l'un de ses plus dignes enfants.

CHAPITRE III

IMPORTANCE DE L'INDUSTRIE DE LA SOUDE FACTICE. — DESCRIPTION DU PROCÉDÉ LEBLANC POUR LA FABRICATION DE LA SOUDE. — FABRICATION DU SULFATE DE SOUDE. — THÉORIE DE LA RÉACTION. — TRANSFORMATION DU SULFATE DE SOUDE EN CARBONATE DE SOUDE. — THÉORIE DE LA RÉACTION. — APPAREILS ET PROCÉDÉS EN USAGE POUR LA TRANSFORMATION DU SULFATE DE SOUDE EN CARBONATE.

Dès l'année 1810, comme la fabrication de la soude artificielle suffisait à tous les besoins de l'industrie française, un décret en date du 11 juillet prohiba l'entrée des soudes étrangères en France.

En Angleterre, cette industrie fut longtemps entravée par l'impôt qui pesait sur le sel marin, impôt qui représentait 30 fois la valeur du sel extrait de la mer; mais lorsque cette taxe fut supprimée en 1823, James Muspratt fonda à Liverpool une grande fabrique de soude artificielle. Son exemple fut suivi par un grand nombre d'industriels de l'Angleterre. Aujourd'hui la production de la soude en Angleterre est presque le double de celle de la France.

Dans les *rapports du jury international de l'exposition universelle* de 1867, M. Balard fait remarquer qu'on voit la quantité de sel marin employé à la fabrication de la soude s'accroître avec l'aisance publique, dont elle est un des indices les plus assurés. Tandis qu'en France, au moment de la conclusion du traité de commerce avec l'Angleterre, en 1860, la production du sel marin n'était que de 59,000 tonnes, elle s'éleva en 1865, à 89,000, à 97,000 en 1866, et en 1867 elle dépassait 807,000 tonnes. Les données nous manquent pour les années suivantes, mais jusqu'à 1871 au moins, la progression a dû être croissante.

D'après M. Balard, la consommation du sel marin appliqué, dans les usines, à la fabrication de la soude, n'était en 1866 que de 371,900 tonnes, et elle avait dépassé 400,000 tonnes en 1867. La liberté complète de la production et du commerce du sel dont jouit la France, disait l'honorable rapporteur, contribue au développement de ses fabriques de soude.

Nous avons dit que le procédé de Nicolas

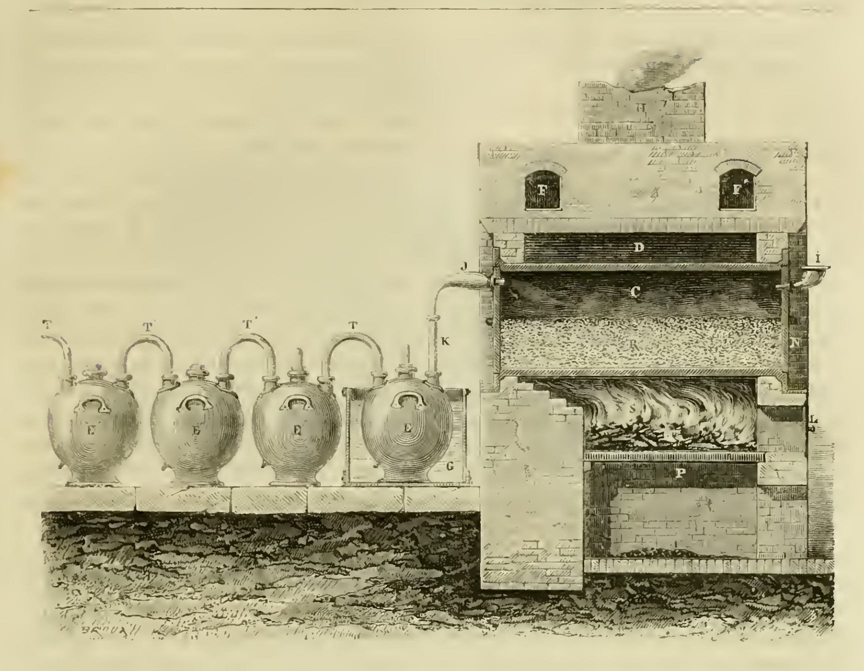


Fig. 330. — Préparation du sulfate de soude et de l'acide chlorhydrique par la méthode des cylindres.

Leblanc, pour la fabrication de la soude, est toujours en usage, et qu'il n'a subi que des perfectionnements de détail. Comme on l'a vu, le sel marin, qu'on peut extraire de l'eau de la mer si facilement et à si bas prix, est le produit naturel qui sert de base à la fabrication de la soude factice, et c'est de la méthode de Leblanc que procèdent toutes les industries soudières qui livrent annuellement, en France, au commerce et à l'industrie, plus de 90 millions de kilogrammes de soude brute.

Nous avons maintenant à décrire ce procédé de fabrication.

Le procédé Leblanc, pour la fabrication du carbonate de soude, consiste essentiellement à transformer par l'acide sulfurique, le chlorure de sodium en sulfate de soude, et à changer ce sulfate de soude en carbonate de soude, par l'action simultanée de la chaleur, du charbon et de la craie.

Il y a donc là deux opérations distinctes : nous allons les parcourir successivement.

Fabrication du sulfate de soude. — Pour obtenir le sulfate de soude, il faut décomposer le sel marin par l'acide sulfurique étendu d'eau. Sous l'influence de l'acide sulfurique, l'eau du mélange se trouve décomposée, et ses deux principes, l'hydrogène et l'oxygène, en se combinant à ceux du sel marin, c'est-à-dire au chlore et au sodium, donnent naissance à du gaz acide chlorhydrique et à de l'oxyde de sodium (soude), qui s'unit ensuite à l'acide sulfurique, pour former du sulfate de soude.

Si l'on veut représenter cette réaction par les formules chimiques, on dira :

$$\underbrace{ClNa}_{\text{Sel marin.}} + \underbrace{SO^3,HO}_{\text{Acide sulfurique hydraté.}} = \underbrace{SO^3,NaO}_{\text{Sulfate de soude.}} + \underbrace{ClH}_{\text{Acide chlorhydrique.}}$$

Les appareils et le procédé pratique varient selon que l'on veut recueillir l'acide chlorhydrique qui provient de la réaction, ou laisser perdre ce produit, considéré comme sans valeur. Occupons-nous de la première de ces méthodes.

Pour décomposer le sel marin par l'acide sulfurique en recueillant l'acide chlorhydrique dans l'eau, on emploie l'appareil que représente la figure 331. On place le sel marin, B, préalablement réduit en poudre, dans un cylindre en fonte, C. Ce cylindre est placé sur un fourneau chauffé par un foyer, S, et le gaz chlorhydrique qui se dégage par l'action de l'acide sulfurique, se rend, au moyen d'un large tube ou manchon de verre, J, terminé par un tube de verre, K, dans des bonbonnes, E, E', E'', E''', qui contiennent de l'eau destinée à dissoudre le gaz chlorhydrique. Le cylindre, C, est fermé à son extrémité par un obturateur en fonte, N, qu'on lute avec de l'argile. Cet obturateur est traversé, à sa partie supérieure, par un tube muni d'un entonnoir, I, par lequel on laisse couler l'acide sulfurique qui doit réagir sur le sel marin.

Il se dégage aussitôt des torrents de gaz acide chlorhydrique, qui se rendent dans les bonbonnes remplies d'eau, et qui sont reliées entre elles par des tubes en grès T, T', T'', T'''. Le gaz qui ne s'est pas condensé dans l'eau des bonbonnes se perd dans une cheminée au tirage énergique. A cet effet, la dernière bonbonne est munie d'un tube qui débouche dans la cheminée.

Le fourneau est muni de carneaux F, F', qui servent à modérer ou à activer la chaleur. Au-dessus de la chaudière est un espace vide, D, qui sert à dessécher les produits chimiques quand cela est nécessaire.

C'est ainsi que l'on opère pour préparer le sulfate de soude, à Rouen, à Lille, à Paris, partout enfin où l'on peut vendre avec profit l'acide chlorhydrique.

Mais hâtons-nous d'ajouter que ce cas est peu fréquent. Ce n'est que dans le nord de la France que l'on s'inquiète de recueillir le gaz chlorhydrique. Ce produit est, en général, sans valeur, et, du moins dans le midi de la France, plutôt un objet d'embarras et d'ennuis qu'une cause de bénéfice industriel.

A Marseille et sur les côtes de la Méditerranée, où se trouve la grande fabrication du sulfate de soude destiné à être transformé en soude factice, loin de songer à recueillir le gaz acide chlorhydrique, on ne s'inquiète que des moyens de s'en débarrasser. Nous allons voir comment on y parvient.

Nous représentons ici (fig. 331) le four à sulfate de soude des fabricants marseillais, c'est-à-dire l'appareil qui sert à transformer le chlorure de sodium en sulfate de soude au moyen de l'acide sulfurique.

On voit que la décomposition se fait dans un véritable four, et que le gaz chlorhydrique n'est point recueilli, mais évacué au dehors par un conduit de fonte. Voici le rôle des différentes parties de ce four.

A, est le foyer chargé de combustible ; D, le cendrier ; B, une capacité nommée *réverbère ;* C, une seconde capacité, nommée *moufle*. L'une et l'autre de ces capacités communiquent entre elles au moyen d'un canal, I. La flamme du foyer commence par chauffer très-fortement le *réverbère* B, et passe ensuite dans la *moufle*, C, qui est moins chauffée que la première capacité.

C'est dans cette *moufle*, C, que l'on introduit le sel marin, sur lequel, au moyen d'un entonnoir et d'un tube, I, R, on verse l'acide sulfurique un peu étendu d'eau. Par le contact de l'acide sulfurique *hydraté* et du chlorure de sodium, il se dégage des torrents de

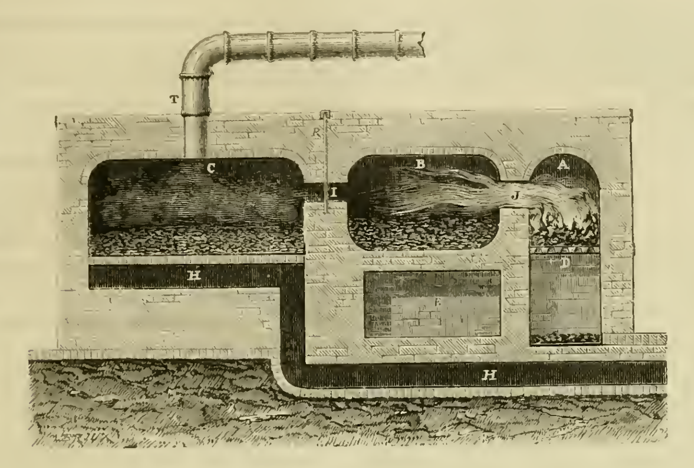


Fig. 331. — Préparation du sulfate de soude par la méthode des fours.

gaz acide chlorhydrique, qui s'échappent par le tube de fonte T.

Le gaz chlorhydrique est amené, par la série des tubes de fonte qui font suite au tube T, dans des conduits calcaires, où il rencontre une colonne d'eau venant en sens inverse, et il se dissout dans cette eau. Cette liqueur acide est ensuite jetée à la mer.

Le produit résultant de la décomposition du chlorure de sodium par l'acide sulfurique, qui est resté dans la moufle C, est un mélange de sel marin et de bisulfate de soude. La formule chimique suivante explique sa formation :

$$\underbrace{2ClNa}_{\text{Chlorure de sodium.}} + \underbrace{2SO^3 + HO}_{\text{Acide sulfurique hydraté.}} = \underbrace{2SO^3{+}NaO}_{\text{Bisulfate de soude.}} + \underbrace{ClH}_{\text{Acide chlorhydrique.}} + \underbrace{ClNa}_{\text{Chlorure de sodium.}}$$

Ce mélange de bisulfate de soude et de sel marin non décomposé, est poussé par un ouvrier, au moyen d'une tige de fer, ou *redable*, et rejeté de la moufle, C, dans le *réverbère*, B, tandis même que la moufle C reçoit un nouveau chargement de sel marin et d'acide sulfurique.

Dans le *réverbère*, B, dont la température est plus élevée que celle de la moufle, le bisulfate de soude et le sel marin réagissent l'un sur l'autre ; l'acide sulfurique en excès dans le bisulfate, décompose le chlorure de sodium, en vertu de la réaction inscrite plus haut (page 490) :

$$\underbrace{ClNa}_{\text{Chlorure de sodium.}} + \underbrace{SO^3,HO}_{\text{Acide sulfurique hydraté.}} = \underbrace{SO^3,NaO}_{\text{Sulfate de soude.}} + \underbrace{ClH}_{\text{Acide chlorhydrique.}}$$

Le gaz acide chlorhydrique provenant de cette seconde décomposition, passe dans la moufle C, et se dégage par le tube de fonte T, comme celui qui provenait de la première opération.

La décomposition du sel marin est donc constante, et il se dégage, sans aucune interruption, du gaz acide chlorhydrique, qui provient tout à la fois du *réverbère* et de la *moufle*.

Quand la décomposition du bisulfate de soude dans le réverbère est complète, on retire le sulfate de soude du four par une porte qui le fait tomber dans la capacité E, et on le remplace, ainsi que nous l'avons

dit, par le produit retiré de la *moufle*.

Le sulfate de soude obtenu dans cette opération est propre à servir à la fabrication du carbonate de soude.

CHAPITRE IV

L'ACIDE CHLORHYDRIQUE, INCONVÉNIENTS QUI RÉSULTENT DE SA FORMATION PENDANT LA FABRICATION DU SULFATE DE SOUDE. — MOYENS DE LE CONDENSER. — PRODUITS INDUSTRIELS DE L'ACIDE CHLORHYDRIQUE.

Avant d'arriver à la fabrication du carbonate de soude au moyen de sulfate, nous nous arrêterons un moment sur l'acide chlorhydrique, que nous venons de voir prendre naissance par la réaction de l'acide sulfurique sur le sel marin.

L'acide chlorhydrique qui se produit pendant la préparation du sulfate de soude, est la source de nombreux inconvénients, et pourtant il peut dans quelques cas donner lieu à un certain bénéfice. Les moyens de le recueillir ont donc une véritable importance.

Mais voyons d'abord ce que c'est que l'acide chlorhydrique.

Cet acide fut autrefois désigné sous le nom d'*esprit de sel*, d'*acide marin*, puis d'*acide muriatique*. On pensa longtemps qu'il était composé d'un élément inconnu combiné à l'oxygène. Sa véritable composition fut découverte par Gay-Lussac et Thénard. Ces chimistes démontrèrent que l'*acide muriatique*, comme on l'appelait alors, renferme un équivalent de *chlore* uni à un équivalent d'*hydrogène :* d'où son nom d'acide *chlorhydrique*.

L'acide chlorhydrique libre n'a été trouvé jusqu'ici que dans les produits gazeux de quelques volcans et dans les eaux de deux rivières d'Amérique : le Rio-Grande et le Ruiz, où ils accompagnent l'acide sulfurique libre.

Comme nous l'avons dit, cet acide prend naissance dans la fabrication du sulfate de soude, que l'on opère dans des cylindres ou bien dans des fours. Dans ce dernier mode de fabrication, il a été longtemps difficile de le condenser, et alors il causait de grands embarras. Entraîné dans la cheminée, ce gaz allait se répandre dans l'air, et altérait la végétation aux environs des usines jusqu'à une assez grande distance. En outre, il exerçait une action nuisible sur la santé des ouvriers et celle des habitants voisins de l'usine. Sa puissance d'acidité est si forte que, dans les environs des fabriques de soude, les clous qui servent à fixer l'ardoise des toitures sur les maisons, étaient rapidement corrodés.

Un fabricant provençal, M. Rougier, de Septèmes, est parvenu à rendre peu dispendieuse la condensation de l'acide chlorhydrique gazeux. Dans les usines où l'on n'utilise pas ce gaz et où l'on se borne à le condenser, afin d'échapper au paiement des dommages-intérêts que réclament les voisins victimes du dégagement de ce gaz dans l'air, M. Rougier fait passer les gaz acides dans de larges conduits voûtés, composés de pierres calcaires cimentées avec des résidus de soude. Les gaz rencontrent d'abord un bassin couvert, plein d'eau, à niveau constant. En sortant de ce bassin d'eau, ils s'engagent dans un canal en pente, long de 500 mètres, et qui aboutit à une large cheminée, haute de 10 mètres, remplie de moellons calcaires. La rapidité de la condensation est accrue par l'action de l'acide sur le carbonate de chaux qui forme les parois de ces conduits. Le chlorure de calcium résultant de l'action de l'acide sur le calcaire, se dissout dans l'eau qui est contenue dans ce canal, et par l'effet de la pente, la dissolution se rend à la mer.

Ce procédé de condensation de l'acide chlorhydrique valut à l'auteur un prix de l'Académie des sciences de Paris.

En France, les règlements de police pres-

crivent la condensation de l'acide chlorhydrique, et l'on tient strictement la main à l'observation de ces règlements. En Angleterre, d'après un acte du parlement, des inspecteurs spéciaux ont le droit de s'introduire dans les fabriques de sulfate de soude, et d'y constater si la condensation du gaz acide y atteint les 95 centièmes de celui que représente le sel marin décomposé.

Il n'est pas sans intérêt de savoir par quel moyen on arrive exactement à cette constatation. C'est ce que nous apprend M. Balard dans son *Rapport sur l'industrie chimique*, à l'Exposition de Londres en 1862.

« Pour déterminer le volume d'acide chlorhydrique contenu dans l'air qui s'échappe de la cheminée d'une usine, dit M. Balard, on adapte à un tuyau coudé qui communique avec cette cheminée, un de ces petits ventilateurs, dont on munit les carreaux supérieurs dans quelques appartements, et qui, par suite de l'aspiration que détermine le tirage, donnent lieu à un mouvement continu. Ce mouvement se communique à un petit soufflet en gomme élastique, qui, se remplissant de l'air qu'il prend dans la cheminée, s'injecte dans un petit appareil de Woolf, contenant une solution titrée d'argent. Comme un compteur permet de connaître combien de fois le soufflet, dont la capacité est connue, s'est rempli et vidé, on peut déterminer facilement quel volume d'acide chlorhydrique cet air contenait. »

On s'était beaucoup ému en France, vers 1866, des dangers divers qui résultaient de la non-condensation de l'acide chlorhydrique. Dans un *rapport sur l'assainissement industriel et municipal en France*, publié à cette époque par ordre du gouvernement, M. Freyssinet estimait qu'une moitié de l'acide chlorhydrique produit échappait à la condensation. Depuis ce temps on a apporté de notables améliorations à ce fâcheux résultat par l'introduction progressive des fours à moufle dans les usines, appareils qui ont rendu la condensation de l'acide chlorhydrique plus facile et plus complète, mais surtout par le prix croissant des produits que l'on obtient par cette condensation. On n'ignore pas en effet que les bénéfices réalisés par les fabricants ont sur eux une plus grande influence que les prescriptions de l'administration et les demandes de dommages-intérêts faites par les voisins.

L'acide chlorhydrique a de très-nombreux usages. On l'emploie pour la fabrication du chlore et des hypochlorites (*chlorures décolorants* et *désinfectants* du commerce). Il entre dans la composition du chlorure de zinc, qui est employé à la conservation des bois et à la désinfection des matières animales diverses. Il sert à décaper les métaux, à préparer les chlorures d'étain et le sel ammoniac, à extraire la gélatine des os, à amollir l'ivoire. Mélangé à l'acide azotique, il constitue l'eau régale, qui sert à dissoudre l'or, le platine, etc. On l'emploie encore pour aciduler l'eau dans laquelle on lave les tissus de chanvre, de lin, imprégnés de chlorure de chaux.

A ces divers emplois que l'acide chlorhydrique reçoit dans l'industrie, ajoutons la saccharification du maïs et d'une partie de la cellulose de bois, pour fabriquer l'alcool, — la préparation de l'acide carbonique, pour fabriquer les eaux gazeuses et les bicarbonates alcalins, — l'épuration des sables ferrugineux — la dissolution des incrustations calcaires, dans les chaudières à vapeur, dans les conduits, les grilles et colonnes évaporatoires en cuivre, — la préparation du cirage anglais, — l'essai des manganèses, — enfin la préparation, dans les *glacières artificielles*, des mélanges frigorifiques, qui se composent de cet acide et de sulfate de soude cristallisé.

Après cette énumération de tous les emplois de l'acide chlorhydrique, n'est-on pas en droit de plaindre les fabricants de soude du nord de la France qui reculent devant la dépense que leur imposerait la modification de leur outillage industriel, et qui laissent ce produit chimique se perdre dans l'air?

CHAPITRE V

TRANSFORMATION DU SULFATE DE SOUDE EN CARBONATE. — PROCÉDÉ DE LEBLANC.—DESCRIPTION DES FOURS A SOUDE. — LES FOURS A SOUDE DE MARSEILLE, D'ANGLETERRE ET D'ALLEMAGNE.

Le sulfate de soude obtenu par les opérations que nous venons de décrire, est destiné à être transformé en carbonate de soude au moyen de la craie et du charbon, à la chaleur rouge. Arrivons à cette partie essentielle de la fabrication.

Nicolas Leblanc avait commencé par préparer le sulfate de soude, en décomposant le sel marin par l'acide sulfurique, dans une chaudière de plomb de 25 centimètres de profondeur, 2 mètres 33 centimètres de longueur et 1 mètre 60 de largeur, qui était chauffée par un four disposé par-dessous.

L'acide chlorhydrique résultant de la réaction était entraîné avec les gaz provenant de la combustion du charbon, dans une haute cheminée, qui le disséminait dans l'atmosphère. Leblanc faisait quelquefois absorber l'acide chlorhydrique par des vapeurs ammoniacales provenant de matières animales qu'il distillait dans des cylindres en fonte. Il obtenait ainsi du *sel ammoniac*, qui trouvait son emploi dans l'industrie. Cependant on ne pouvait achever la décomposition du sel par l'acide sulfurique dans la chaudière de plomb. Lorsque le mélange était devenu pâteux, on le retirait au dehors, sur des dalles en pierre siliceuse. Dans cette manipulation, il se dégageait des torrents de gaz et de vapeurs acides, qui étaient dangereux pour les ouvriers et insalubres pour le voisinage. La matière se prenait en masse. Après le refroidissement, on la concassait à coups de merlin, et on introduisait les fragments dans un nouveau four à réverbère, construit entièrement en briques, et dans lequel la décomposition s'achevait à une plus haute température, et donnait uniquement du sulfate de soude.

Pour transformer ensuite ce sulfate de soude en carbonate, Leblanc eut l'idée, — et ce fut là, comme nous l'avons raconté, sa découverte fondamentale, — d'ajouter de la *craie* (carbonate de chaux) au mélange de sulfate de soude et de charbon, et de calciner le tout dans un four.

Leblanc avait eu non-seulement à déterminer les agents chimiques convenables pourla décomposition du sulfate de soude par la craie, mais encore les doses utiles pour la plus facile et la plus complète réaction. Et c'est encore pour nous un sujet d'étonnement et d'admiration, que la précision avec laquelle Leblanc sut reconnaître et fixer les doses de ce mélange, doses que la pratique n'a pu que justifier de nos jours.

Voici, en effet, les proportions indiquées par Nicolas Leblanc et celles qu'on suit aujourd'hui :

	DOSAGE DE LEBLANC	DOSAGE ACTUEL
Sulfate de soude......	1000	2000
Carbonate de chaux...	1000	2000
Charbon.............	550	1000

Aujourd'hui, dans les fabriques de Marseille et dans celles de l'Angleterre, le sulfate de soude mélangé de charbon et de craie, est calciné dans un four à réverbère de forme *elliptique*, dont la *sole*, c'est-à-dire le fond, construite en briques réfractaires, présente une grande surface.

Arrêtons-nous un moment sur cette forme *elliptique* du four à soude, car cette forme a son importance.

Les fours dans lesquels Nicolas Leblanc calcinait le sulfate de soude, étaient rectangulaires, ce qui avait pour résultat de ne pas répartir dans tout le four une chaleur uniforme. Aux arêtes, la chaleur n'était pas assez forte pour achever la décomposition. Aussi la soude que Nicolas Leblanc fabriqua pour la première fois, fut-elle re-

fusée par le commerce, parce qu'elle exhalait une odeur de souffre. C'est Darcet qui perfectionna le four de Nicolas Leblanc, en lui donnant une forme elliptique allongée, la seule qui permette de distribuer la chaleur d'une manière uniforme, et de produire la décomposition complète du sulfate de soude.

C'est là, d'ailleurs, la seule modification sérieuse qui ait été apportée au procédé de Nicolas Leblanc.

Dans un four elliptique construit en briques on introduit un mélange de sulfate de soude sec, une même quantité de craie desséchée, avec environ la moitié de charbon de terre réduit en escarbilles et en poussier. On chauffe le four, et lorsque les matières commencent à entrer en fusion, on a soin de les mélanger, à l'aide de râbles et de ratissoires, afin que les parties liquéfiées absorbent celles qui sont encore pulvérulentes. Au bout de peu de temps, toute la masse est devenue pâteuse, et fond presque en entier. Il se dégage des bulles de gaz, qui s'enflamment à la surface, c'est-à-dire au contact de l'air, en donnant l'apparence d'une sorte de feu d'artifice. Cette flamme provient de la combustion du gaz oxyde de carbone qui s'est formé pendant la réaction. C'est le moment où il faut brasser avec le plus de force, pour consumer le gaz oxyde de carbone et hâter le dégagement de ce gaz.

L'ouvrier brasse donc vigoureusement le mélange jusqu'à cessation du dégagement gazeux. Bientôt les jets de flamme disparaissent, et la pâte devient plus fluide.

C'est le moment de procéder à l'examen de la consistance du produit. Pour cela, on plonge dans la masse un ringard. Si la croûte que cette tige de fer rapporte, a, quand elle est refroidie, l'aspect d'un grain bien uni, on juge que l'opération tire à sa fin, et on retire du four le carbonate de soude formé, car si on le laissait plus longtemps, l'alcali reperdrait une partie du gaz acide carbonique qu'il a emprunté à la craie.

C'est lorsqu'on arrive au dernier terme de l'opération, qu'il est important de bien surveiller le feu. Trop de chaleur ferait *fritter* la craie par l'alcali ; trop peu de feu laisserait durcir la matière, et mettrait presque dans l'impossibilité de la retirer du four.

Pour retirer la soude, on emploie des ratissoires qui l'entraînent vers les portes du four, et la font tomber sur une caisse carrée, en forte tôle, placée sur une plaque de fonte.

Au moment où on la retire, la soude se présente sous la forme d'une pâte molle, terreuse et embrasée.

Lorsque la caisse est remplie de soude brûlante, on la place sur des rails, et on la transporte sous des hangars, pour l'y laisser refroidir. Elle durcit très-rapidement. Alors on enlève un des côtés de la caisse, et au moyen d'un levier on fait tomber le bloc de soude, qu'on brise en plusieurs morceaux, quand il est refroidi.

Pendant que des ouvriers ont poussé les caisses de soude sous les hangars, on a chargé de nouveau le four, pour une nouvelle opération, et le travail continue ainsi jour et nuit sans interruption, avec de nouvelles équipes d'ouvriers qui se relayent.

On fait en 24 heures 6 opérations, qui donnent chacune de 1,500 à 1,600 kilogrammes de soude brute, marquant 38 degrés alcalimétriques.

La soude artificielle obtenue par le procédé de Leblanc, que nous venons de décrire, ressemble entièrement à la soude végétale brute : elle est d'un gris bleuâtre, et forme ordinairement des masses fondues et compactes. On préfère celle qui est un peu poreuse et peu agrégée, parce qu'on parvient plus facilement à la priver des sels solubles qu'elle renferme.

La figure 332 représente le four à soude

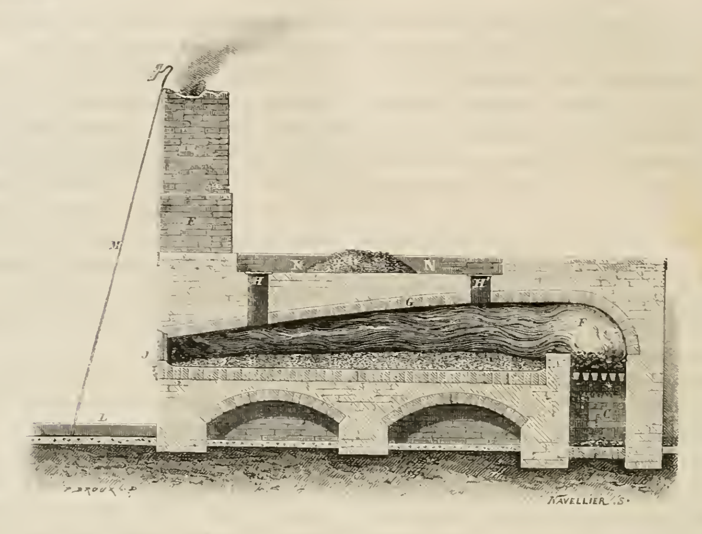


Fig. 332. — Four en usage à Marseille pour la transformation du sulfate de soude en carbonate de soude.

employé à Marseille. F, est le foyer; C, le cendrier; J, la porte qui sert à introduire le ringard ou râble, destiné à brasser le mélange. La même porte sert à retirer la soude à la fin de l'opération; E est le tuyau de la cheminée.

Sur la partie supérieure du four, est ménagée une cavité N, N, destinée à recevoir le mélange de charbon, de sulfate de soude et de craie, pour le bien dessécher avant de l'introduire dans le four.

Les portes H, H' servent à faire tomber le mélange desséché sur la sole du four, L; M est le râble, ou l'immense tige de fer qui

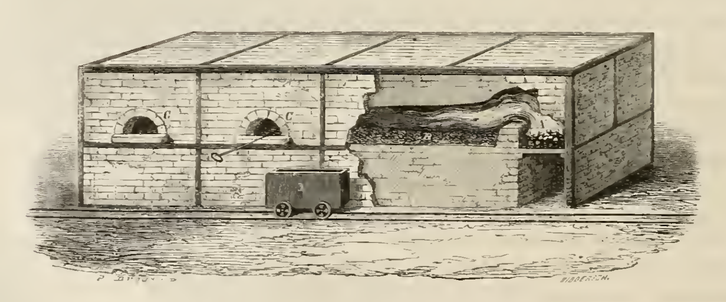


Fig. 333. — Four à soude allemand.

sert à brasser le mélange pendant l'opération.

Nous ajouterons que les fours à soude en usage dans les si nombreuses fabriques d'Angleterre, sont disposés exactement comme ceux de Marseille que nous venons de décrire et de représenter.

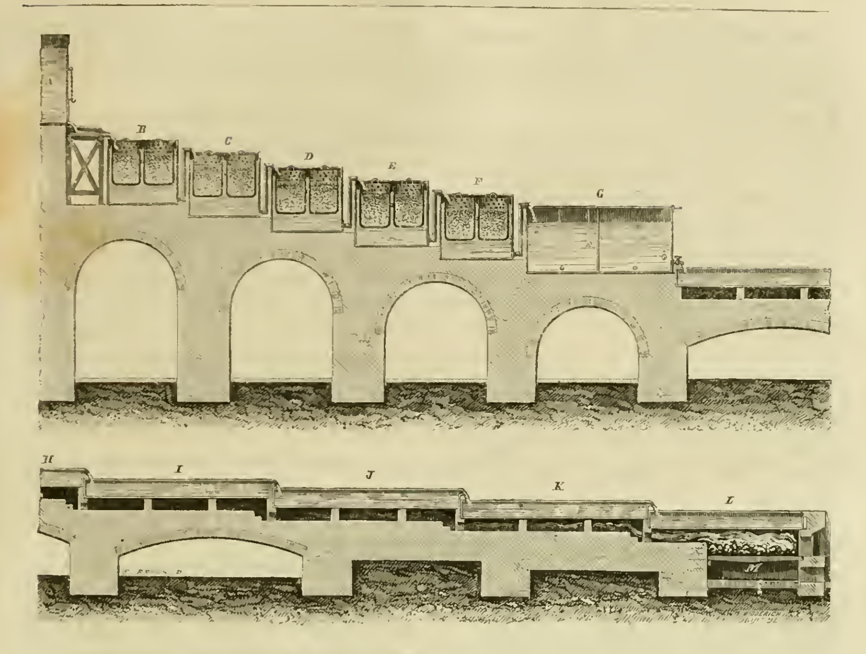


Fig. 334. — Appareil pour le lessivage méthodique de la soude brute.

A. Réservoir d'eau. — B, C, D, E, F. Paniers contenant la soude brute soumise au lessivage méthodique. G Bassin de repos. — H, I, J, K, L. Chaudières évaporatoires. — M. Foyer.

En Allemagne, les dispositions sont quelque peu différentes.

La figure 333 représente le *four à soude allemand*. On voit en A le foyer, en B la *sole* du four contenant le mélange qui doit être décomposé par le feu ; C, C, sont deux portes servant à introduire le mélange et à retirer le produit après l'opération. Par les mêmes portes on fait passer les *ringards* destinés à brasser le mélange pendant la réaction ; I, est la caisse de fer qui reçoit la soude brûlante quand on la retire du four. Cette caisse est placée sur les rails du chemin de fer de l'usine.

En Angleterre, on ajoute beaucoup d'importance à préparer la réaction chimique entre la craie et le sel marin, en chauffant assez fortement le mélange dans l'étage supérieur que l'on voit représenté par l'espace MM, dans la figure 332. L'exposition du mélange à la chaleur du four ne dure pas plus d'une demi-heure. On ne met en opération que 350 kilogrammes environ de mélange à la fois, au lieu de la quantité énorme de 1,500 à 3,500 kilogrammes que l'on emploie d'un seul coup en Allemagne et en France, de sorte que le travail préalable dans l'étage supérieur est facile.

A Glasgow, dans la fabrique de Tennant, on décompose chaque semaine 500 tonnes (500,000 kilogrammes) de sel marin par ce procédé.

En Allemagne, on se passe de tout travail préparatoire. Aussi les fours sont-ils beaucoup plus grands. On introduit le mélange dans le four déjà fortement chauffé et on l'y

laisse jusqu'à ce qu'il forme une masse demi-fondue par la chaleur. On le brasse continuellement jusqu'au moment où l'on retire la matière du four.

Il est difficile de savoir si le procédé anglais, c'est-à-dire le partage du travail en deux périodes, est supérieur au système suivi sur le continent. D'après les recherches d'un chimiste anglais, M. Wright, faites en 1867, il y aurait dans les fabriques anglaises une perte de 20 p. 100 de sodium par la volatilisation du métal.

La réaction chimique en vertu de laquelle le carbonate de soude prend naissance dans les opérations qui viennent d'être décrites, a besoin, pour être comprise, d'être analysée avec soin.

Si l'on se bornait à fondre ensemble un mélange de sulfate de soude et de carbonate de chaux, il y aurait sans doute double décomposition : il se formerait, à la chaleur rouge, du sulfate de chaux et du carbonate de soude. Mais lorsque ensuite on reprendrait par l'eau le produit de cette réaction, il arriverait que la plus grande partie du carbonate de soude repasserait à l'état de sulfate de soude. L'eau détruirait ce qui se serait produit à la chaleur rouge. Cela tient à ce que le sulfate de chaux, qui est un peu soluble dans l'eau, décomposerait le carbonate de soude et formerait du carbonate de chaux, qui est plus insoluble dans l'eau que le sulfate de chaux. Mais si — comme le fit Nicolas Leblanc — on ajoute du charbon au mélange de sulfate de soude et de carbonate de chaux, le sulfate de chaux résultant de la réaction des deux sels à la chaleur rouge, est transformé par le charbon en *oxysulfure*, avec dégagement d'acide carbonique et d'oxyde de carbone. Or l'oxysulfure de calcium (2CaS, CaO) est insoluble dans l'eau. On peut donc, une fois la réaction faite dans le creuset, séparer de l'oxysulfure de calcium le carbonate de soude au moyen de l'eau froide qui dissout ce dernier sel, sans s'exposer à voir se produire la réaction inverse.

Tout n'est donc pas terminé quand on a calciné le mélange de sulfate de soude, de craie et de charbon dans le four, et qu'on a extrait de ce four le produit salin provenant de la réaction. Il faut traiter cette matière par l'eau froide, qui ne touche pas à l'oxysulfure de calcium, et qui dissout le carbonate de soude. Il faut ensuite évaporer la dissolution de carbonate de soude, et obtenir le sel cristallisé, qui constitue la *soude factice* commerciale. C'est cette nouvelle série d'opérations que nous avons à décrire.

CHAPITRE VI

LESSIVAGE MÉTHODIQUE DE LA SOUDE BRUTE.

Le carbonate de soude contenu dans le produit de la calcination du mélange de sulfate de soude, de craie et de charbon, est fort impur, puisqu'il se compose, outre l'oxysulfure calcique, de charbon et de l'excès de chaux et de sulfate de soude non décomposé. Voici la composition d'une soude brute, analysée dans une savonnerie de Marseille :

Carbonate de soude	45
Oxysulfure de calcium	30
Chaux	10
Carbonate de chaux	5
Charbon et corps étrangers	10
	100

Pour séparer de ce mélange complexe le carbonate de soude, il faut traiter par l'eau froide le produit que l'on retire des fours.

Pour cela, on commence par réduire en poudre les blocs de soude brute, en les broyant dans un moulin à meules verticales en fonte, ou en les plaçant entre deux paires de cylindres cannelés. Ensuite, à l'aide d'un lessivage par l'eau, on extrait les parties solubles de cette matière.

Le lessivage de la soude brute est une opération très-importante. Elle se pratique dans un étagement de douze à quinze bassins, qui communiquent les uns avec les autres. Les bassins sont placés sur des gradins superposés, c'est-à-dire que chaque bassin est placé sur un gradin supérieur à celui qui le suit immédiatement. Ces vases communiquent de l'un à l'autre par des tuyaux qui, placés à 15 centimètres environ du fond du vase, fonctionnent à la manière d'un siphon, c'est-à-dire pénètrent par la partie supérieure dans celui qui suit.

La figure 334 représente l'appareil employé par beaucoup de fabricants, tant en France qu'en Angleterre et en Allemagne, pour le lessivage de la soude brute.

Voici comment on procède au lessivage *méthodique* de la soude brute.

Deux paniers contenant des blocs concassés de soude brute sont placés sous le dernier bassin, F, pendant une demi-heure. Ces paniers sont en tôle percée comme une écumoire, afin que l'eau puisse facilement y pénétrer et se saturer des sels solubles que renferme la soude brute. La demi-heure étant écoulée, on porte les deux paniers dans le bassin immédiatement supérieur, E, et deux nouveaux paniers de soude vont les remplacer sous le dernier bassin. De demi-heure en demi-heure on renouvelle la même opération, c'est-à-dire que les paniers qui ont séjourné sous le n° 1 et le n° 2 sont placés successivement sous les n°s 2 et 3, et ainsi de suite, de manière qu'au moment où les paniers qui étaient d'abord sous le n° 1 (le bassin inférieur), sont parvenus au n° 5, le dernier ou le supérieur, tous les bassins ont reçu une charge de soude.

Ainsi les cinq ou six bassins employés sont à la fin simultanément occupés par des paniers remplis de soude. A chaque déplacement on a soin d'ouvrir le robinet d'un réservoir d'eau, A, placé au sommet de cette espèce de cascade et de faire couler de l'eau pure dans le bassin supérieur, qui, par le tuyau du bas, déverse son trop-plein d'eau sous le vase qui le suit. Il s'établit donc un double mouvement que nous pourrions comparer à des gammes ascendantes et descendantes : à mesure que la soude renfermée dans les paniers remonte les étages des bassins et s'épuise, l'eau qui est entrée pure dans le vase supérieur, se charge de plus en plus en descendant.

Arrivée dans le dernier bassin F, elle passe dans un réservoir de repos, G, où on la laisse séjourner et déposer les substances qu'elle peut encore tenir en suspension ; puis, au moyen d'un robinet, on l'introduit dans une première chaudière H, et on la soumet à l'évaporation.

Dans le plus haut des bassins, on retire, à mesure qu'ils y arrivent, les blocs de soude brute totalement épuisée.

Nous devons ajouter que cet appareil de bassins superposés n'est pas d'un grand usage à Marseille. Dans la plupart des fabriques de soude, on se contente, pour lessiver la soude brute destinée aux opérations de la saponification, de faire usage des cuves simples ou *barquieux*, qui servent aux savonniers pour préparer leurs lessives et que nous avons représentés en parlant des savons (page 420, fig. 279 à 282).

Il s'agit maintenant d'évaporer ces liquides chargés de carbonate de soude.

Les chaudières d'évaporation sont disposées en gradins; elles se composent, à proprement parler, de longs bassins, en tôle mesurant de 75 à 80 centimètres de profondeur. Elles sont, comme on l'a vu sur la figure 334, chauffées par un seul foyer, et assises sur un long carneau sous lequel la flamme s'allonge et l'air chaud s'écoule. Les dernières chaudières sont les moins chauffées. Elles reçoivent les liqueurs les moins chargées

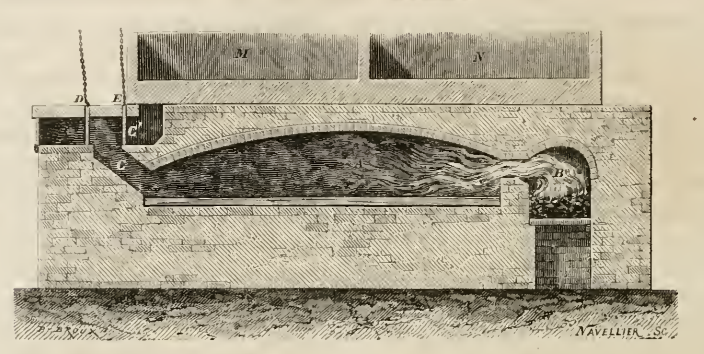


Fig. 335. — Évaporation à siccité de la lessive de soude dans des fours.

de sels, et on transvase au moyen d'un siphon les liqueurs d'une chaudière dans l'autre, à mesure qu'elles se concentrent.

La figure 334 montre l'installation des chaudières évaporatoires au-dessous de l'appareil de lessivage. La concentration commence dans la chaudière la plus haute et se continue dans les suivantes. Le liquide, en se concentrant, laisse déposer du carbonate de soude, qu'on enlève avec une écumoire à mesure qu'il se forme.

L'évaporation complète de la liqueur et la dessiccation du carbonate de soude s'opèrent dans une chaudière chauffée par un four particulier et qui donne plus de chaleur.

Nous représentons (fig. 335) le four pour la dessiccation du carbonate de soude. Voici maintenant comment se fait l'opération.

Le four à dessiccation est surmonté de deux bassins, M, N, qui sont chauffés par le même feu. Chacun de ces bassins a 80 centimètres de profondeur: le premier bassin, M, reçoit des lessives très-concentrées marquant 20 à 25° à l'aréomètre de Baumé, et devant fournir un sel pur, qu'on peut livrer immédiatement au commerce. Le second bassin, N, ne reçoit que des lessives faibles, impures, et qui ne laisseront qu'un sel coloré, qui aura besoin d'être soumis à une purification. L'évaporation des deux liqueurs se fait en même temps. On place dans le bassin le moins chauffé, M, les lessives faibles.

Les lessives arrivent, aspirées par un siphon, du réservoir dans lequel on les tenait en repos. Quand le liquide a subi une première concentration dans le bassin M, on le fait passer dans le second bassin. Quand la liqueur saline tombe sur la sole du four, N, la chaleur considérable de cette surface détermine la prompte évaporation du liquide, qui se trouve réduit à l'état d'une bouillie épaisse.

Une couche noirâtre couvre bientôt la surface du sel; elle provient de la matière organique qui était contenue dans les liqueurs et qui se charbonne par la chaleur. Un ouvrier, armé d'un long râteau de fer, agite, brasse fortement la matière, pour renouveler les surfaces et mettre en contact avec l'air toute la masse saline. La chaleur et l'air détruisent, en la brûlant, la matière organique, et le carbonate de soude prend une belle couleur blanche, indice de sa pureté.

Alors l'ouvrier substitue au râteau de fer une simple tringle de fer, ou *ringard*, avec laquelle il rassemble tout le

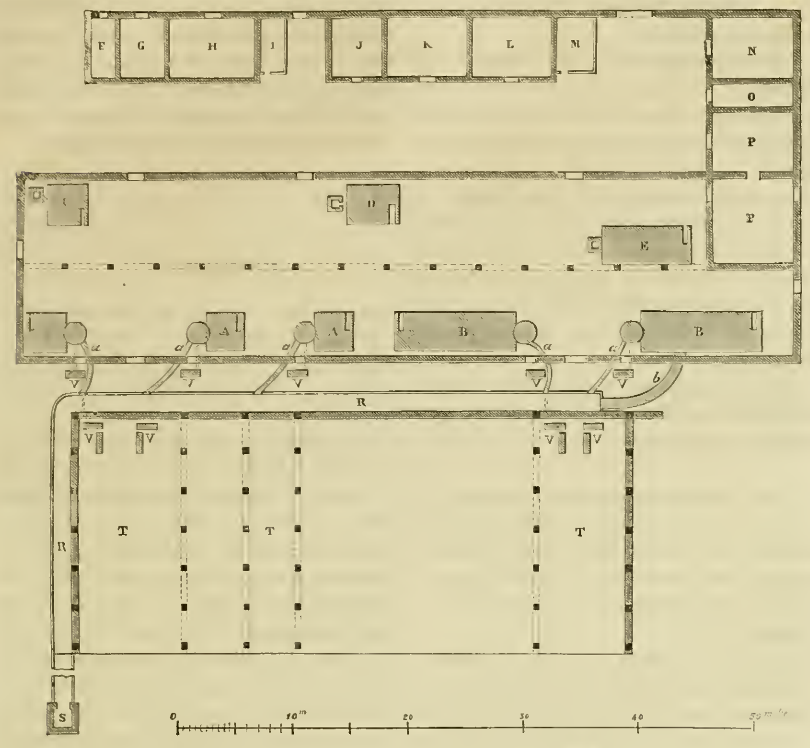


Fig. 336. — Plan d'une fabrique de soude des environs de Marseille.

F. Menuiserie.
G. Magasin de fer.
H. Forge.
I. Bureau de douane.
J. Magasin.
K. Magasin à sulfate de soude.
L. Magasin général.
M. Bascule.
N. Plomberie.
O. Corridor.
P. Égrugeoirs et magasin de sel marin.
C. *Calcine* (c'est-à-dire four pour la décomposition du sel marin par l'acide sulfurique).
D. Concentration d'acide sulfurique.
E. Four à soude simple.
B. *Calcine* et *chaudron* (c'est-à-dire four pour la décomposition du sel marin par l'acide sulfurique, muni d'un premier foyer, nommé *chaudron*, où l'on commence la décomposition du sel, pour la terminer dans la *calcine*, ainsi que l'explique la figuro 331, page 491).
A. Four à soude double avec *calcine* et *chaudron* (c'est-à-dire réunion d'un four à soude et d'un four à sulfate de soude sous la même cheminée).
a, *b*. Carneaux des fours à soude.
R. Grand carneau entraînant dans la cheminée toutes les vapeurs de gaz chlorhydrique et la fumée des foyers.
S. Cheminée d'appel.
T. Hangar où l'on établit les bonbonnes quand on veut condenser dans l'eau une partie du gaz chlorhydrique.
V. Auges en grès servant à faire un premier lavage du gaz chlorhydrique quand on veut le condenser.

sel en un même tas, et le retire du four. Il termine l'opération en écrasant le sel en petits fragments, ce qui lui donne l'aspect de *granules* requis par l'usage, et finale-

ment le fait tomber dans des caisses de fer prêtes à le recevoir.

Comme il importe de régler l'intensité de la chaleur, d'obtenir une température élevée pour l'évaporation des lessives liquides, et une température moindre pour la calcination du résidu de l'évaporation, le four est pourvu de carneaux C, C′, que ferment ou ouvrent, à volonté, des registres D, E, tirés par une chaîne et au moyen desquels on dirige la chaleur ou la flamme, soit sous les bassins pour activer l'évaporation, soit dans le tuyau de la cheminée, pour diminuer le calorique.

On appelle, dans le commerce, *cristaux de soude*, le carbonate de soude obtenu par cette opération finale.

Nous avons pensé qu'après cette description des procédés actuels de fabrication du carbonate de soude, il serait utile de mettre sous les yeux du lecteur le plan d'une fabrique dans laquelle ces opérations s'exécutent.

La figure 336 donne le plan, à l'échelle, d'une fabrique de soude des environs de Marseille. On y voit l'emplacement relatif de chaque atelier, trois fours pour la fabrication du sulfate de soude au moyen de l'acide sulfurique, A, B, C, deux fours pour la transformation du sulfate de soude en carbonate, A, E, la vaste cheminée, S, qui emporte dans l'air les torrents de gaz chlorhydrique provenant de la préparation du sulfate de soude. Un immense carneau, RR, sert d'évacuateur commun à la fumée et au gaz de tous les foyers des fours.

C'est par la même voie que s'échappe l'énorme quantité de gaz chlorhydrique dégagée des fours à sulfate de soude. En effet, dans l'usine dont nous donnons le plan, comme dans presque toutes celles du pays, le gaz chlorhydrique n'est pas condensé. Il se perd dans l'air, ce qui n'a aucun inconvénient vu la situation de la fabrique, sur la plage déserte de la Méditerranée. Dans cette usine il existe, comme dans presque toutes les fabriques de soude, une fabrique d'acide sulfurique. Nous n'avons pas jugé nécessaire de donner ici le plan de la fabrique d'acide sulfurique.

CHAPITRE VII

PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS AUX APPAREILS POUR LA FABRICATION DE LA SOUDE PAR LE PROCÉDÉ LEBLANC. — TRANSFORMATION DANS LE MÊME FOUR DU SEL MARIN EN SULFATE DE SOUDE, ET DU SULFATE DE SOUDE EN CARBONATE. — LES FOURS TOURNANTS ANGLAIS.

On a voulu, de nos jours, perfectionner le matériel de fabrication de la soude par le procédé Leblanc, augmenter la quantité de produits obtenue, tout en diminuant les frais de combustible. Pour obtenir ce résultat, on a essayé de faire simultanément, dans le même four, les deux opérations de la transformation du sel marin en sulfate et du sulfate de soude en carbonate. A cet effet, les fours sont divisés en deux compartiments séparés par un petit mur en briques : dans le premier compartiment, celui qui est le plus rapproché du foyer, et dans lequel la chaleur est le plus élevée, on opère la transformation du sulfate de soude en carbonate de soude; dans le deuxième compartiment, plus éloigné du foyer, on prépare le sulfate de soude, comme nous l'avons indiqué, c'est-à-dire par la réaction de l'acide sulfurique sur le sel marin.

Dans le plan de la fabrique de soude de Marseille que nous venons de donner, figure, lettre A, un de ces fours doubles, sous le nom de *four à soude double*, *avec calcine et chaudron*, c'est-à-dire réunion d'un four à sulfate de soude et d'un four à soude.

Un perfectionnement très-singulier des fours pour la fabrication de la soude par

la méthode Leblanc a été réalisé en Angleterre. Nous voulons parler des *fours tournants*, proposés en Angleterre, en 1853, par Elliot et Russel, et perfectionnés plus tard par Stevenson et Williamson.

Le principe de ces fours, c'est de remplacer le malaxage des matières opéré à la main, qui est la partie la plus longue et la plus pénible des manipulations, par une agitation continuelle du four même.

Portés sur des galets, les fours sont animés d'un mouvement continuel par un moteur.

L'expérience a prouvé que ces fours économisent une partie notable de la main-d'œuvre et du combustible. Mais on a également reconnu que la conduite de l'opération est loin d'être facile, et que l'agitation mécanique substituée au travail du brassage fait par la main de l'ouvrier, n'est pas toujours d'une efficacité assurée.

Les dimensions des *fours tournants* anglais sont considérables. Le cylindre de fonte recouvert de briques à l'intérieur, dans lequel se fabrique la soude, a 5 mètres de long et 3m,85 de diamètre extérieur. On y met d'abord le carbonate de chaux en gros fragments, tel à peu près qu'il sort de la carrière, et on imprime au four un mouvement de rotation assez doux. On y ajoute ensuite le sulfate de soude et le charbon, et on accélère le mouvement. Quand la cuisson est fort avancée, on fait tourner l'appareil plus vite. La cuite terminée, on écoule dans une série de petits wagons, placés sur des rails, la soude obtenue, et dont la masse est de près de 3 tonnes.

Il faut que les cheminées aient un grand tirage pour que la combustion de la houille se fasse dans toute la longueur du cylindre.

La chaleur perdue est employée à évaporer des lessives.

Dans l'usine de *Jarrow chemical Company*, à South-Shield, près de Newcastle, où ces appareils furent introduits pour la première fois, ils rendirent de grands services. Plusieurs autres usines anglaises adoptèrent ce perfectionnement, et quinze fours de ce genre fonctionnent aujourd'hui en Angleterre.

La figure 337 (page 505) représente un *four tournant*. A, est le cylindre dans lequel on introduit le mélange de craie, de sulfate de soude et de charbon. Ce cylindre est revêtu à l'intérieur de briques réfractaires au feu. Il est muni, à l'extérieur, de deux barres métalliques, B, B, qui font saillie, et reposent sur deux paires de roues, D, D, correspondant à ces saillies. Ces roues sont mises en mouvement par une manivelle X, que manœuvre un ouvrier. La manivelle communique le mouvement, grâce à une poulie de renvoi et à la grande roue dentée Y, au cylindre contenant le mélange salin. E, est le foyer. Les gaz provenant de la combustion de la houille, pénètrent, par l'ouverture G, dans le cylindre A pour chauffer le mélange. C, est l'orifice par lequel on introduit les substances dans le cylindre au moyen du vaste entonnoir I. Un wagon, SS, pourvu d'un demi-entonnoir J, et posé sur des rails, TT, les amène au-dessus de cet orifice.

Quand la chaleur a agi pendant une dizaine de minutes, on met le cylindre en mouvement, en lui faisant subir une demi-rotation au moyen de la manivelle de la poulie de renvoi et de la roue dentée. On le laisse en repos cinq minutes, et on lui imprime de nouveau une demi-rotation. Alors on met l'appareil en mouvement jusqu'à ce que la réaction soit terminée.

Quand la réaction est terminée, on amène le produit, au moyen de tiges de fer, dans le conduit H, et on le fait tomber par les ouvertures P, P, dans des vases de fer placés au-dessous de cette espèce de canal.

Un cylindre de 3m,35 de largeur et de 2m,25 de diamètre, décompose 70 kilogrammes de sulfate de soude en 2 heures, au prix de 2 fr. 50 par tonne, ce qui est une économie remarquable.

Les fours tournants n'ont pas encore été adoptés en France. Il serait à désirer que quelques-unes de nos grandes fabriques de soude, où la main-d'œuvre devient tous les jours plus rare et plus coûteuse, fissent l'essai de ces nouveaux appareils.

CHAPITRE VIII

NOUVEAUX PROCÉDÉS POUR LA FABRICATION DE LA SOUDE. — PROCÉDÉ DE M. KOPP, OU *soude métallifère*. — PROCÉDÉ DE M. SCHLŒSING. — PROCÉDÉ DE M. CALVERT-CLAPHAM.

Après la description du procédé Leblanc, qui est encore à peu près universellement employé chez les nations industrielles, nous ferons connaître quelques procédés nouveaux, par lesquels divers chimistes ont tenté de remplacer la méthode du chimiste français.

Nous parlerons d'abord du procédé de M. E. Kopp, qui remonte à 1855 et qui a reçu la sanction de l'expérience. Ce procédé, mis en pratique avec un grand soin, dans une manufacture importante du Lancashire, produit plusieurs milliers de tonnes de soude par an.

Le procédé de M. Kopp consiste à obtenir avec le sulfate de soude, une *soude brute métallifère*, au lieu d'une *soude brute calcaire*, selon le procédé de Nicolas Leblanc.

D'après l'inventeur, ce procédé présente les avantages suivants :

Il permet d'opérer avec les appareils et fours actuellement employés dans le procédé ordinaire de fabrication de la soude artificielle et de l'acide sulfurique. — Il dispense de l'emploi de la chaux et de la craie, et évite complétement la production de l'oxysulfure de calcium, source de pertes et d'inconvénients nombreux pour beaucoup de fabriques. — Il permet de recouvrer tout le soufre renfermé dans le sulfate de soude et de le convertir de nouveau avec une grande facilité en acide sulfurique. — Il rend toute perte d'alcali impossible, puisqu'il n'y a plus de résidu qu'on soit obligé de jeter.

La soude brute métallifère, traitée comme on le dira plus loin, produit d'un côté une solution aqueuse de carbonate de soude, et de l'autre côté, un résidu insoluble de sulfure de fer. Ce sulfure grillé convenablement fournit un résidu d'oxyde de fer et du gaz sulfureux, qui est converti en acide sulfurique dans les chambres de plomb ordinaires. Cet acide sulfurique sert à convertir du sel marin en gaz hydrochlorique et en sulfate de soude, puis au moyen du sulfate de soude et des oxydes métalliques, on reproduit une nouvelle quantité de soude brute métallifère.

Il en résulte que, dans une fabrique opérant d'après ce procédé, en supposant qu'il n'y ait point de pertes, des quantités indéfinies de sel marin peuvent être converties en carbonate de soude et en acide chlorhydrique, n'exigeant pour cela que du combustible et la quantité de nitrate de soude nécessaire pour transformer l'acide sulfureux en acide sulfurique.

Voici la marche de l'opération.

On commence par mélanger assez exactement 125 kilogrammes de sulfate de soude sec avec 80 kilogrammes de peroxyde de fer et 55 kilogrammes de charbon.

Le mélange est introduit dans un four à calcination exactement semblable au four qui sert à la préparation de la soude brute calcaire. Le traitement du mélange est semblable à celui que nous avons décrit, et les phénomènes sont presque identiques : la matière se ramollit, devient pâteuse, puis de plus en plus fluide, à mesure qu'elle est brassée. Des flammes jaunâtres se dégagent abondamment de tous les points de la surface, en produisant une espèce d'é-

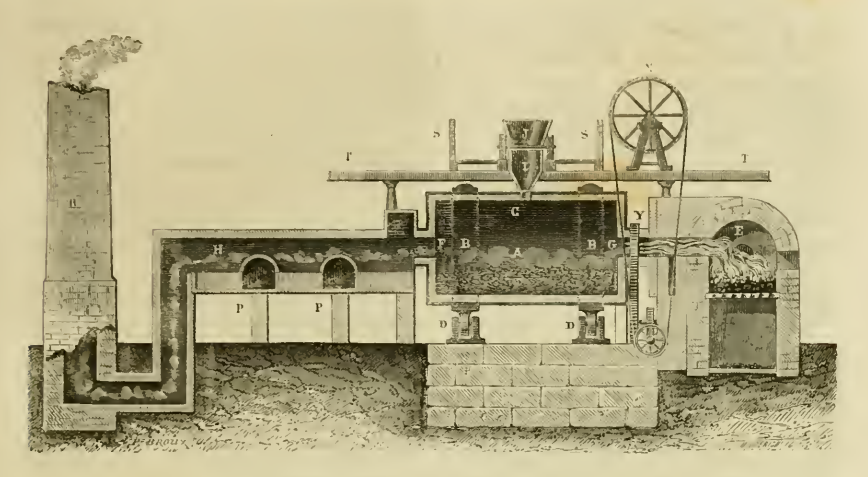


Fig. 337. — Four à soude, anglais, à sole tournante.

A. Cylindre pour la décomposition du sulfate de soude.
E. Foyer.
XY. Appareil pour mettre le cylindre en rotation.
SS. Wagon apportant le mélange au-dessus du cylindre.
T, T. Rails du chemin de fer de l'usine.
P, P. Portes d'évacuation du carbonate de soude.
H. Canal pour l'évacuation de la soude et pour le dégagement des vapeurs provenant du foyer et du cylindre. — R. Cheminée.

bullition. Lorsque la réaction commence à se ralentir et que la masse s'affaisse, l'opération est achevée et l'on se hâte d'extraire la matière du four et de la faire couler, encore rouge, dans une espèce de wagon en tôle, où on la laisse refroidir et se solidifier.

Après le refroidissement, la soude brute ferrugineuse se présente sous forme de blocs d'un aspect noirâtre, plus ou moins poreux, très-durs et d'une densité assez considérable. Lorsqu'on les brise, leur cassure présente un aspect cristallin, à reflet métallique verdâtre très-brillant.

Il s'agit maintenant de traiter ces blocs de soude métallifère de manière à en obtenir d'un côté du carbonate de soude soluble, et de l'autre du sulfure de fer insoluble. Pour arriver à ce double résultat, on fait subir à la soude brute ferrugineuse une *délitation*, opération qui repose sur l'observation suivante. Lorsqu'un bloc de soude brute ferrugineuse est abandonné sous un hangar, à l'influence de l'air atmosphérique, on le voit bientôt se modifier profondément, et avec d'autant plus de rapidité que l'air est plus chargé d'humidité et d'acide carbonique. Sa surface perd son éclat ; le bloc se fendille et se recouvre d'une matière pulvérulente grise-noirâtre, dont la quantité augmente avec une telle rapidité qu'au bout de plusieurs heures, le bloc entier se trouve recouvert et enseveli sous la matière pulvérulente. Cette transformation est produite par l'absorption simultanée de l'oxygène, de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique de l'air. Si l'on abandonne le tout à lui-même, la masse s'échauffe et la température s'élève au point qu'il y a ignition. La poudre prend un aspect rougeâtre.

Mais le résultat est tout différent, dit M. Kopp, si l'on prévient l'élévation de température, et l'on atteint ce but très-facilement en empêchant la poudre de s'accumuler autour de la portion non délitée du

bloc, qui doit toujours rester à nu et exposé à l'action de l'oxygène, de l'humidité et de l'acide carbonique. Dans ce cas, au bout d'un certain temps, tout le bloc s'est transformé en matière pulvérulente délitée.

Cette poudre, si elle est restée assez longtemps à l'air pour se saturer complétement d'acide carbonique, fournit, par la lixiviation, une dissolution de carbonate de soude et un résidu formé principalement de sulfure de fer.

L'expérience en grand ayant démontré que la saturation par l'acide carbonique de l'atmosphère ne se faisait que lentement, M. Kopp a trouvé plus simple de saturer artificiellement la poudre délitée en l'exposant à l'action d'un courant d'acide carbonique. Cette opération est désignée sous le nom de *carbonation*.

Au-dessus d'un sol parfaitement dallé et entouré de murs, on place, à 2m,50 de hauteur, un plancher à claire-voie, formé de grilles en fonte, dont les barreaux présentent un écartement de 1 cent. à 1 cent. et demi. A 2 mètres 1/2 au-dessus du plancher à grille, on établit une toiture, en ayant soin de pratiquer dans les murs qui la supportent des jours très-nombreux, pour permettre à l'air de s'y renouveler avec la plus grande facilité.

Les blocs de soude brute ferrugineuse, après complet refroidissement, sont amenés sur ce plancher à claire-voie et placés sur une des petites faces; alors on fait arriver un courant de gaz acide carbonique saturé d'eau. A mesure que le bloc se délite, la portion pulvérulente délitée tombe à travers la grille et s'accumule sur le sol dallé, où elle se sature immédiatement d'acide carbonique. L'absorption de ce gaz est extrêmement rapide.

La portion non délitée du bloc restant ainsi constamment à nu et soumise à l'action de l'atmosphère, le bloc ne tarde pas à se fendiller, et à se diviser en entier en fragments plus ou moins gros. Chaque fois qu'un nouveau bloc est amené, l'ouvrier a soin de faire tomber à travers la grille, la poudre délitée qui aurait pu s'accumuler au sommet de quelques blocs, et là où il ne reste plus que des fragments très-réduits de plusieurs blocs, il les réunit pour faire une place vide prête à recevoir un nouveau parallélipipède de soude brute ferrugineuse récemment préparé.

Un bloc de 250 kilogrammes a besoin, au minimum, d'un mètre carré de place, pour sa délitation, qui exige huit à dix jours pour être complète. Il s'ensuit qu'un bâtiment long de 20 mètres et large de 10 mètres suffirait pour 200 blocs, qui fourniraient plus de 50,000 kilogrammes de poudre en dix jours ou 5,000 kilogrammes en un jour.

On procède alors à la lixiviation de la poudre, pour en retirer le carbonate de soude. Cette lixiviation doit être faite méthodiquement, soit par filtration, soit par décantation, au moyen d'eau tiède de 30 à 40 degrés centigrades. Les solutions faibles sont employées à lessiver de nouvelles quantités de poudre délitée et carbonatée.

Lorsque la température extérieure n'est pas trop élevée, les solutions fortes fournissent généralement, sans concentration préalable, après vingt-quatre à quarante-huit heures, une abondante et belle cristallisation de carbonate de soude, en gros cristaux hydratés parfaitement transparents et incolores.

Le résidu des lavages, formé principalement de sulfure de fer, est recueilli sur des filtres ou sur une surface poreuse, pour qu'il puisse s'égoutter le plus possible.

Ce sulfure de fer est tellement combustible qu'il prend feu même au-dessous de 100°, et brûle comme de l'amadou, lorsqu'il est bien sec. Il se transforme alors en oxyde de fer, et cet oxyde de fer sert à recommencer de nouvelles opérations.

La calcination de ce sulfure de fer s'o-

père avec la plus grande facilité soit sur des plaques de fonte chauffées au rouge sombre, soit, mieux encore, sur la sole d'un four à réverbère ou de moufles de grandes dimensions qu'on chauffe extérieurement. Le sulfure dégage d'abord de la vapeur d'eau, puis il s'enflamme et ne présente bientôt qu'une masse incandescente dégageant une grande quantité d'acide sulfureux. Au bout de trois heures, la calcination est complète et, en sortant la matière du four, on trouve un oxyde de fer rouge-cramoisi en poudre très-fine, qui sert à de nouvelles opérations. L'acide sulfureux est dirigé sous des chambres de plomb, où il est transformé en acide sulfurique, qui sert à préparer le sulfate de soude.

Ainsi les mêmes agents chimiques servent, dans l'usine, à renouveler l'opération. Là est l'avantage économique du procédé de M. Kopp.

Cependant ce procédé n'a pas tenu ce qu'il promettait, et son usage ne s'est pas sensiblement répandu dans les usines d'Angleterre.

C'est que le procédé de M. Kopp n'est, au fond, que celui du P. Malherbe, dont nous avons parlé dans la partie historique de cette Notice, procédé mis en harmonie avec les ressources actuelles de l'industrie et les principes nouveaux de la science. Il a, en effet, pour base l'emploi du sulfate de soude; or les tendances actuelles de l'industrie soudière, c'est de supprimer la fabrication du sulfate de soude, et d'agir directement sur le sel marin, pour le transformer en carbonate de soude. La production du sulfate de soude entraîne, comme on l'a vu, des appareils compliqués et coûteux, et s'accompagne de la production de masses énormes d'un agent embarrassant et dangereux, le gaz acide chlorhydrique. Le *desideratum* actuel, c'est donc de supprimer l'intermédiaire du sulfate de soude, et d'obtenir du carbonate de soude au moyen du sel marin seul.

La chimie est venue, dans ces derniers temps, fournir les moyens de réaliser ce désir, et c'est en Angleterre que ce problème a été résolu, pour la première fois, par M. Schlœsing, d'une part, par M. Turck, d'autre part. Les méthodes de l'un et de l'autre de ces chimistes sont, d'ailleurs, fondées sur le même principe : à savoir la transformation du sel marin en *bicarbonate de soude*, bicarbonate que l'on transforme ensuite aisément, par une faible chaleur, en carbonate neutre, c'est-à-dire en soude industrielle.

M. Turck a pris, le 26 mars 1854, une patente (brevet) en Angleterre, pour le procédé suivant.

On mélange le sel marin avec deux fois son poids d'eau, et l'on ajoute au mélange du bicarbonate d'ammoniaque solide, à peu près en quantité égale à celle du sel marin. Il se fait une double décomposition, de laquelle résultent du chlorhydrate d'ammoniaque soluble et du bicarbonate de soude, sel à peu près insoluble dans l'eau. On laisse égoutter le mélange, et l'eau, en s'écoulant, emporte la moitié du chlorhydrate d'ammoniaque qui imprégnait la masse. Pour enlever le surplus du sel ammoniac qui reste mêlé au bicarbonate, on le soumet à des lavages à l'eau faits avec précaution. On arrête l'affusion de l'eau quand les liqueurs provenant du lavage ne marquent plus que 10° à l'aréomètre. Alors le bicarbonate est pur; il ne reste plus qu'à le calciner dans un four. La chaleur chasse l'excès d'acide carbonique, et laisse du carbonate de soude, marquant 90° alcalimétriques.

Le chlorhydrate d'ammoniaque obtenu est ensuite *régénéré*, c'est-à-dire transformé en bicarbonate d'ammoniaque, qui servira à de nouvelles opérations. Pour cela, on le traite par du carbonate de chaux, qui donne

du chlorure de calcium et du carbonate d'ammoniaque.

M. Schlœsing a pris, le 21 juin 1854, une patente pour une opération mieux entendue que la précédente, mais qui repose sur les mêmes principes. Le procédé de M. Schlœsing doit l'emporter sensiblement sur celui que nous venons de décrire, car il est le seul que les fabricants anglais aient accueilli avec faveur, et à l'heure qu'il est, il prend rapidement possession des usines, si bien qu'il est à croire que l'ancienne méthode, c'est-à-dire le procédé Leblanc, sera bientôt abandonné en Angleterre.

Le procédé de M. Schlœsing est fondé sur ce fait, que si l'on fait rendre tout à la fois dans une dissolution de sel marin, du gaz acide carbonique et du gaz ammoniac, il se forme du bicarbonate d'ammoniaque, lequel, agissant sur le sel marin, produit du bicarbonate de soude. Ce sel, étant insoluble dans l'eau, doit se précipiter, en vertu des lois de Berthollet. On le recueille, on le lave et on le calcine, pour le transformer en carbonate de soude ordinaire.

Tel est le principe théorique de ce procédé. Voici maintenant comment on le met en pratique.

Dans un vaste cylindre de fonte, contenant une dissolution de 30 parties de sel marin pour 100 parties d'eau, on fait arriver, des deux extrémités opposées, un courant de gaz ammoniac et un courant de gaz acide carbonique. Les deux gaz se rencontrent au milieu du liquide, et, grâce à l'excès de gaz acide carbonique que l'on a soin d'entretenir, il se forme du bicarbonate d'ammoniaque, puis, par l'action de ce sel sur le chlorure de sodium, du bicarbonate de soude insoluble, qui se précipite en petits grains. Un agitateur à palettes dont le cylindre est pourvu, sert à mettre constamment de nouvelles portions du liquide en présence des deux gaz.

Les grains cristallins de bicarbonate de soude qui se forment au fond du cylindre, en sont retirés par le simple effet d'un courant liquide que l'on détermine dans cette partie inférieure du cylindre.

Quand on a recueilli ce bicarbonate de soude, il est nécessairement imprégné de la dissolution de chlorhydrate d'ammoniaque et de sel marin dans laquelle il a pris naissance. Pour l'en débarrasser sans aucun lavage, on l'introduit dans un *hydro-extracteur à force centrifuge* identique à ceux qui servent pour la fabrication du sucre, et par ce simple *essorage* on chasse toute la liqueur saline qui imprégnait le carbonate de soude.

Pour décomposer ensuite ce bicarbonate de soude et obtenir le carbonate de soude ordinaire, on l'expose à l'action de la chaleur, dans un cylindre chauffé par la flamme d'un foyer. L'acide carbonique provenant de cette décomposition n'est pas perdu. On le recueille dans un gazomètre, pour le faire servir à la première des opérations que nous avons décrites. Conservé dans ce gazomètre, il y est puisé au fur et à mesure des besoins.

Quant à la liqueur restée dans le cylindre et qui se compose de chlorhydrate d'ammoniaque et de bicarbonate d'ammoniaque mêlés à du sel marin, on les traite par de la chaux, qui en dégage l'ammoniaque. Cette ammoniaque est recueillie et conservée pour des opérations ultérieures. Il ne reste donc plus dans la liqueur que du sel marin, que l'on recueille par l'évaporation.

Ainsi, avec une même quantité de gaz ammoniac et de gaz acide carbonique, on peut transformer une quantité indéfinie de sel marin en bicarbonate de soude industriel.

La théorie parle si éloquemment en faveur de ce procédé nouveau, qu'il est à croire qu'il remplacera un jour, dans toutes les usines, le procédé Leblanc.

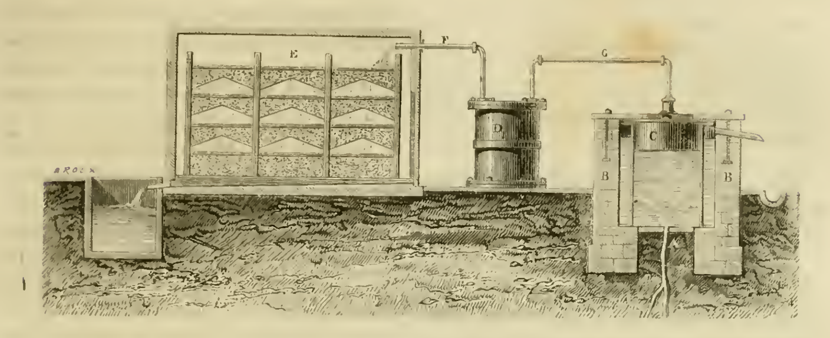


Fig. 338 — Préparation du bicarbonate de soude avec l'acide carbonique qui se dégage des eaux de Vichy.

Nous n'augurons pas aussi bien d'un dernier procédé qui a été mis en usage récemment, en Angleterre, par l'inventeur, M. Calvert-Clapham. Nous le citerons pourtant, afin que ce tableau des nouveaux procédés de l'industrie sodique soit aussi complet que possible.

L'action de la litharge sur le sel marin est la base de ce procédé de préparation, qui a été mis en usage, en Angleterre, dans l'usine de M. Walker. On obtient, non du carbonate de soude, mais de la soude caustique, avantage évident quand il s'agit des fabriques de savon où l'on emploie la soude caustique, puisqu'avec ce moyen on évite la dépense de la préparation de la soude caustique.

M. Calvert-Clapham a fait connaître, en 1870, ce procédé nouveau dans un article du *Chemical News*.

Après avoir rappelé que lord Dundonald fit, de 1790 à 1794, des expériences pour obtenir la soude caustique avec le sel marin et la litharge, l'auteur expose ainsi son procédé, tel qu'il est employé dans l'usine de M. Walker :

« On mêle 100 parties de litharge, 70 de sel et 30 de chaux, puis on écrase le mélange à la meule avec un peu d'eau. Au bout d'un quart d'heure, la masse pâteuse est soumise à une pression de 150 livres anglaises par pouce carré. Le liquide clair qui s'écoule contient du sel, de la soude caustique et un peu de plomb qu'on peut enlever par divers moyens. Le meilleur consiste à faire passer la solution à travers de l'hydrate de chaux, qui rentre ensuite dans la fabrication. On peut évaporer directement la solution alcaline, mais il vaut mieux l'enrichir en la faisant retourner à la meule avec de nouvelle litharge et de nouvelle chaux. De la sorte 47 à 50 pour 100 de sel sont transformés en soude caustique, qu'on obtient par évaporation au titre de 70 pour 100. Le gâteau qui reste dans la presse contient du chlorure de plomb, de l'hydrate de plomb, de la litharge et de la chaux non attaqués. On le chauffe à 180 degrés. L'hydrate se transforme en oxyde et la masse devient orangée; on l'introduit doucement dans une solution bouillante de chaux qui décompose le chlorure de plomb et le convertit en oxyde de plomb et chlorure de calcium. On lave l'oxyde de plomb à l'eau de chaux et on le fait rentrer dans la fabrication. Quant aux solutions calciques, elles contiennent encore du plomb que l'on retrouve aussi. Pour cela, on les laisse refroidir, le chlorure de plomb cristallise, et ce qui reste en solution à froid est précipité par le sel marin ou l'acide chlorhydrique. Le chlorure de plomb est décomposé par la chaux et l'oxyde produit va à la meule.

« On est obligé, au bout d'un certain nombre d'opérations, de détruire les carbonates de plomb et de chaux qui tendent à s'accumuler dans la fabrication, malgré sa rapidité. Pour cela l'oxyde de plomb régénéré est mêlé avec de l'eau; les por ions qui tombent au fond sont de l'oxyde pur, mais les parties les plus légères contiennent presque tout le carbonate : on les siphonne, on évapore et l'on calcine le résidu, qui donne de nouveau de la litharge. »

CHAPITRE IX

LES SELS DE SOUDE EMPLOYÉS DANS L'INDUSTRIE : LE CARBONATE, LE BICARBONATE, LE SULFITE, LE BORATE DE SOUDE, ETC.

Les sels de soude en usage dans l'industrie sont le carbonate, le bicarbonate, le sulfate, le sulfite et le borate ou *borax*.

Le carbonate de soude, ou *sel de soude* ordinaire, sert aux savonniers, et aux blanchisseurs. Dans les savonneries ce sel est transformé en soude caustique par la craie (carbonate de chaux). Les verreries se servent du carbonate de soude pour la fabrication des verres proprement dits, ainsi que dans la fabrication des glaces. Le carbonate de soude est un des agents les plus importants des opérations de la teinture et de l'impression des tissus. Il sert à la transformation de l'acide borique en borax ; enfin, il est d'un emploi général dans l'industrie chimique.

Les *bicarbonates alcalins*, dont l'usage est très-répandu dans la médecine et les arts, se préparent avec le carbonate de soude du commerce, dont nous venons d'étudier la préparation industrielle.

Pour fabriquer le *bicarbonate de soude*, on fait agir le gaz acide carbonique sur le carbonate de soude cristallisé, humide et concassé en petits morceaux. Cette opération chimique ne présente pas un grand intérêt, et nous croyons pouvoir nous dispenser d'en donner les détails ; mais le procédé suivi à Vichy pour appliquer l'acide carbonique des eaux minérales à la préparation du bicarbonate de soude, mérite d'être rapporté.

La source d'eau minérale A, d'où se dégagent l'eau et le gaz carbonique, est entourée d'une sorte de puits en maçonnerie, B, comme le montre la figure 338. On introduit dans ce puits maçonné, B, une cloche en fonte, C, fixée par des traverses ; un trop-plein laisse écouler l'eau du puits, tandis que le gaz accumulé dans le haut de la cloche, passe par un tuyau G, et se dirige vers un lavoir D, où il traverse une couche d'eau. De là un autre tuyau conduit le gaz dans une chambre E, où se trouvent une série de claies couvertes de carbonate de soude. L'acide carbonique de la source de Vichy, se combinant au carbonate de soude, le transforme en bicarbonate, et donne ce sel efflorescent et blanchâtre que tout le monde connaît.

Le bicarbonate de soude est employé, surtout en Angleterre, pour composer des liqueurs rafraîchissantes. Les teinturiers en font usage pour neutraliser certains acides, celui de la garance par exemple. Il est également employé dans la préparation de pastilles digestives qui produisent les effets des eaux de Vichy. Enfin on se sert de ce sel dans la dorure électro-chimique. Le bicarbonate de soude est, en effet, la base d'un composé alcalin dans lequel l'or dissous peut se déposer sur un autre métal ou sur un alliage en y adhérant. De même, en se servant du bicarbonate de potasse pour rendre alcaline une dissolution de chlorure de platine, on dépose une pellicule de ce métal sur des objets de cuivre, de laiton, etc.

Le sulfite de soude est employé sous le nom d'*antichlorure*, pour enlever aux fils, aux tissus ou à la pâte du papier, l'odeur de chlore qu'ils contractent pendant le blanchiment. On s'en sert pour empêcher les vins de tourner : à cet effet, on en introduit une petite quantité dans les bouteilles au moment du soutirage. Dans l'industrie sucrière on emploie les sulfites de deux manières : pour enlever tout germe de fermentation dans le lavage des sacs et des ustensiles, et pour préserver les sacs de la fermentation qui pourrait se produire.

Le *sulfite de soude* s'obtient en faisant arriver un courant d'acide sulfureux sur des

cristaux de carbonate de soude humectés ou dans des bonbonnes remplies d'une dissolution de ce sel alcalin. L'acide sulfureux qui sert à cette fabrication peut être produit par l'action de l'acide sulfurique sur du charbon ou sur du bois.

Le borax (borate de soude) joue un rôle important dans les analyses de laboratoire. Lorsqu'on le fond au chalumeau, avec les différents oxydes métalliques, il les dissout, et prend des teintes variables, qui servent à caractériser ces oxydes. L'oxyde de cobalt le colore en bleu ; l'oxyde de manganèse, en brun rougeâtre, etc. Il sert aussi dans la soudure ; on en recouvre les métaux et en fondant il forme un vernis qui empêche ces métaux de s'oxyder.

Énumérer les autres sels que fournit la soude, et qui sont en usage dans l'industrie et les arts, nous entraînerait trop loin. Nous ne citerons que pour mémoire l'hyposulfite, le séléniate, les chlorates, les silicates, etc.

Nous dirons toutefois un mot d'un composé qui a pour base des sels de soude : nous voulons parler de l'*outremer factice*, dont l'introduction dans l'industrie de la teinture a produit une véritable révolution.

L'*outremer* naturel était extrait autrefois d'un minéral très-rare, le *lapis-lazuli*, de sorte qu'il revenait fort cher, et qu'il était peu employé. En 1827, un industriel, de Lyon, M. Guimet, parvint le premier à produire artificiellement de l'outremer d'une teinte bleue magnifique et comparable à celle de l'outremer naturel.

M. Guimet, qui avait obtenu une récompense pour avoir doté l'industrie d'une substance nouvelle et économique, ne fit pas connaître les procédés par lesquels il produisait son outremer. Deux années plus tard, M. Gmelin obtenait à son tour cette matière colorante, et faisait connaître son procédé, qui est le suivant.

On fait chauffer au rouge sombre du sulfure de sodium (préparé avec 2 parties de soufre et 1 partie de carbonate de soude anhydre) avec un mélange de silicate et d'aluminate de chaux, qu'on obtient en dissolvant de l'alumine et de la silice gélatineuse dans la soude caustique et évaporant la dissolution à siccité. Ce mélange doit contenir par parties égales de la silice et de l'alumine anhydres ; la masse calcinée est reprise par l'eau qui enlève le sulfure de sodium en excès et laisse de l'outremer d'une teinte un peu verte.

D'autres méthodes, qui donnent également un bel outremer, ont été découvertes et rendues publiques, de sorte que ces procédés sont entrés complétement dans l'industrie, et que l'outremer factice, qui produit d'aussi beaux effets que l'outremer naturel, ne coûte que 2 pour 100 de ce qu'il coûtait autrefois.

Comme on le voit, nous retrouvons l'emploi de la soude ou de ses dérivés dans les plus grandes industries comme dans les plus humbles usages domestiques. Ajoutons que les efforts de la science tendent à remplacer, partout où on peut le faire, la potasse qui coûte plus cher, par la soude qui s'obtient aujourd'hui si facilement et en telles quantités qu'on le désire.

Nous donnerons, à la fin du chapitre sur les potasses, un tableau dans lequel sont résumés les usages de la soude, ceux de la potasse et ceux qui sont communs à ces deux alcalis. La seule inspection de ce tableau indiquera l'importance du rôle de ces deux substances, dans l'industrie moderne, et permettra d'entrevoir l'avenir qui leur est réservé lorsque les essais et les efforts qui se tentent chaque jour leur auront encore créé de nouvelles applications. M. Liebig a dit que les progrès d'une nation peuvent se mesurer à la quantité de savon qu'elle consomme. Il ne faut pas perdre de vue que le savon n'est qu'un des dérivés de la soude, de

sorte que pour être logique, c'est à la soude qu'il faudrait appliquer l'axiome, d'ailleurs si vrai, du chimiste allemand.

CHAPITRE X

LA POTASSE. — SES DIFFÉRENTS NOMS. — PROCÉDÉ POUR SA PRÉPARATION. — COMPOSITION DES CENDRES VÉGÉTALES QUI FOURNISSENT LA POTASSE. — LESSIVAGE. — ÉVAPORATION. — CONCENTRATION. — LES DIFFÉRENTES POTASSES DU COMMERCE.

Nous avons dit, au début de cette Notice, qu'il y a une si grande analogie entre la soude et la potasse, que, jusqu'au milieu du XVIIIe siècle, on confondait l'un avec l'autre ces deux alcalis. Cette analogie de propriétés nous permettra de beaucoup abréger ce que nous avons à dire des potasses.

De même que l'on distingue les soudes en *naturelles* et en *factices*, il faut distinguer la potasse *naturelle* de la potasse *artificielle*. La première est retirée des cendres végétales, la seconde fabriquée par des moyens chimiques.

La soude *naturelle*, ou *végétale*, s'obtient, nous l'avons vu, par l'incinération des plantes marines ; la potasse *naturelle* s'obtient également par incinération. Seulement ce sont les plantes, les arbrisseaux des terres intérieures qui fournissent les cendres dont on extrait la potasse.

Ce mot vient de *pot*, vocable anglais et flamand qui signifie *pot*, *creuset*, et d'*asche* ou *ashes*, qui signifie cendres. Les potasses sont donc les *cendres de pots*, c'est-à-dire le produit retiré des creusets qui ont servi à incinérer les plantes.

On appelle *salin* le produit qui résulte de l'évaporation de la lessive des cendres. Ce *salin*, étant calciné à la chaleur rouge, donne un produit plus blanc, la *potasse*.

Pendant longtemps on a désigné la potasse par la dénomination d'*alcali végétal*, parce qu'on l'avait considérée comme appartenant exclusivement au règne végétal ; mais on a reconnu depuis que c'était là une erreur complète, car on trouve de la potasse à l'état naturel dans beaucoup de roches. Elle existe dans le feldspath, dans l'obsidienne, la lépidolithe, etc., quelquefois même dans la terre labourable. Nous parlerons plus loin d'un gisement de sel de potasse considérable, celui de Stassfürt, en Prusse, qui fut découvert à la suite de travaux commencés en 1839 et qui ont duré plus de vingt-cinq ans.

Outre le nom d'*alcali végétal*, la potasse portait autrefois celui de *sel de tartre*, parce qu'on la retirait de la combustion du tartre du vin. Kirwan lui donnait le nom de *tartaria ; Klaproth* l'appelait *kali*, et le docteur Black *lixivia.* Comme la potasse caustique, c'est-à-dire décarbonatée, sert, en chirurgie, à brûler les chairs, on l'a aussi nommée vulgairement *pierre à cautère.* Ajoutons dès maintenant que le nom de *perlasse*, donné par les Américains à des potasses granulées, vient des mots anglais *pearl-ashes* (cendres perlées), parce que ces cendres ont l'aspect de granules ou de perles.

L'incinération des branches d'arbre qui doivent fournir la potasse se fait par les mêmes moyens que nous avons décrits pour la production de la soude, mais, on est heureux de le dire, elle ne se pratique que bien exceptionnellement en France, où le travail et la facilité des transports ont fait atteindre au bois un prix plus rémunérateur que celui qu'on pourrait réaliser par son incinération. Grâce aux progrès de l'industrie, on peut aujourd'hui se procurer économiquement la potasse par des moyens moins barbares que la destruction des forêts.

En France, ce n'est guère que dans les Vosges qu'on pratique l'incinération des bois ; encore cette industrie y perd-elle chaque jour de son importance.

En Suède, dans quelques parties de l'Alle-



Fig. 339. — Combustion du bois et des branchages dans une forêt d'Amérique, pour recueillir les cendres et en extraire la potasse.

magne, en Russie et principalement en Amérique, on continue à retirer la potasse des arbres sur une grande échelle. Dans certaines parties de l'Amérique, on livre à la combustion des arbres entiers; mais dans la plupart des localités, on exploite d'abord les gros troncs comme bois de travail, et on ne livre aux flammes que les branchages, les arbustes et les plantes herbacées.

L'incinération des bois en Amérique, en Allemagne, en Suède et en Russie, s'exécute de deux manières : dans des fosses ou trous circulaires, ainsi que nous l'avons décrit pour la combustion des plantes marines qui donnent la soude, ou sur une aire plane, préparée sur le sol, que l'on recouvre de pierres, et sur laquelle on forme, avec les branches d'arbres et les taillis qu'on a réunis, un immense bûcher, auquel on met le feu.

Au milieu des forêts de l'Amérique, c'est sur le sol de quelque clairière que l'on creuse un grand trou, sur lequel on entasse les branches et branchages, pour y mettre le feu et en recueillir les cendres.

Nous représentons dans la figure 340, *la combustion des bois dans une forêt d'Amérique*. A mesure que la masse s'affaisse par les progrès de la combustion, on jette de nouvelles branches sur le bûcher. Cette opération se prolonge souvent pendant six ou sept jours, selon la quantité d'arbres dont on peut disposer, et c'est un spectacle bien étrange que ce gigantesque brasier entretenu jour et nuit par des hommes à demi nus, dans une forêt. C'est comme l'enfer transporté au sein des beautés et de la tranquillité de la nature.

La composition des cendres provenant de cette combustion varie, non-seulement selon l'âge et les espèces des végétaux incinérés, mais encore d'après le sol où ils ont vécu. Les cendres provenant d'arbres pris non loin des bords de la mer, des lacs salés ou dans le voisinage de mines de sel gemme, ressemblent à celles qui proviennent des plantes marines, parce que le sol sur lequel ces arbres ont vécu renferme du chlorure de sodium. Aussi la potasse qui en provient est-elle plus ou moins mélangée de soude.

Les parties plus jeunes d'un arbre donnent plus de potasse que les vieilles; les tiges en donnent moins que les branches, et les plantes herbacées en produisent plus que les plantes ligneuses. Les écorces fournissent de cinq à dix fois plus de cendres que le bois; par contre, ces cendres sont moins riches en potasse.

Le chimiste Chaptal, qui s'était beaucoup occupé de l'étude des potasses, a constaté que les cendres de certaines plantes potagères, telles que les tiges de haricots, de fèves de marais, de melons, de concombres, de choux, d'artichauts, etc., sont très-riches en potasse. Les feuilles et les nervures de tabac provenant de l'écôtage dans les manufactures, les tiges de tournesol, de maïs, de pommes de terre, donnent également des cendres très-chargées de potasse.

Les fougères, la bruyère, les fruits du marronnier d'Inde, les genêts, les chardons, peuvent également être employés avec avantage pour la production de la potasse. Ajoutons à cette liste le marc d'olives (*grignon*) qui est le résidu du pressurage des olives et se compose du noyau écrasé et du parenchyme sec.

Kirwan et Berthier ont donné le tableau du produit que donnent en cendres des arbres d'espèces diverses. Voici le résumé de leurs recherches :

100 kilogrammes de bois de chêne, de hêtre, de charme, de tremble (troncs et branches) rendent environ 1 kilogramme 1/2 de cendres, d'où l'on extrait de 150 à 200 gr. de salin de potasse. Les sureaux, faux ébéniers, mûriers, noisetiers, donnent 2 à 4 kil. de cendres, et 400 à 500 grammes de salin. Les fanes de pommes de terre, de sarrasin, de colza, de pavot, les orties, chardons, etc., donnent 5 à 10 kilogrammes de potasse.

Pour retirer des cendres le carbonate de potasse qu'elles contiennent, on les soumet à l'opération du *lessivage*.

On dispose à la suite les uns des autres, des cuviers en bois ou en fonte, par séries de 10. Dans les usines, ces séries sont connues sous le nom de *bandes*. Chaque cuvier, qui est de la capacité de 8 à 10 hectolitres, reçoit une charge de 6 à 8 hectolitres de cendres, qu'on tasse légèrement, et sur laquelle on verse de l'eau froide, ou chaude, de manière que l'eau surnage les cendres. Chaque cuvier est muni d'un double fond de paille, qui fait l'office de filtre et de robinet. Douze heures après qu'on a déversé l'eau sur les cendres, cette eau, filtrant à travers leur masse, a emporté les sels solubles qu'elles renfermaient. On ouvre alors les robinets et on recueille la lessive. Cette lessive est déversée dans le cuvier suivant, et l'on procède de la même



Fig 340. — Fourneau pour la transformation du salin en potasse.

manière pour ce second cuvier. On opère ainsi sur trois ou quatre cuviers, de manière à obtenir une lessive très-concentrée.

Cette lessive est colorée en brun. On la concentre dans des chaudières évaporatoires, de la même manière que nous l'avons indiqué pour l'évaporation des lessives de carbonate de soude.

Quand l'évaporation des lessives potassiques est achevée, on obtient une substance fortement colorée en brun, et parfois même d'une couleur tout à fait noire. C'est ce que le commerce appelle le *salin*.

Pour blanchir le *salin*, c'est-à-dire pour le débarrasser des matières organiques qu'il renferme, et qui consistent surtout en acide *ulmique*, on le calcine en présence de l'air.

La figure 340 représente le four dans lequel on opère la calcination du *salin*, pour le transformer en carbonate de potasse exempt de matière organique. Il y a quatre foyers. On voit ces quatre foyers représentés sur la figure. L'un, E, est vu en coupe; le deuxième, C, ainsi que le troisième sont fermés. D, est le cendrier du foyer, C.

Ces quatre foyers n'ont qu'une cheminée commune, H. C'est par une porte, G, placée au-dessous de la hotte de cette cheminée, H, et que l'on nomme *porte de travail*, que l'on introduit le salin dans le four, et qu'on retire le produit après la calcination. L'intérieur de ces foyers est très-bas; il n'a pas plus de 40 centimètres.

A la fin de l'opération on élève la température jusqu'au rouge. Cette chaleur excessive détruit toute substance organique et laisse un produit parfaitement blanc. C'est la potasse, ou carbonate de potasse du commerce.

Si l'on veut obtenir une potasse granulée comme celle d'Amérique, il faut agiter les lessives à la fin de l'évaporation et retirer le produit du four avant qu'il soit fondu. L'ouvrier, avec une spatule de fer, écrase le sel encore chaud sur une plaque de fer, et lui donne l'aspect granuleux.

Le *salin*, en se transformant en potasse, perd 15 pour 100 environ de son poids.

La potasse, ou plutôt le carbonate de potasse du commerce, est une matière blanche, légère, poreuse et fortement alcaline. Si on l'expose à l'air, elle attire l'humidité, et tombe en quelques minutes en déliquescence.

Pour terminer ce chapitre, nous mettrons sous les yeux du lecteur un tableau représentant la richesse des différentes potasses du commerce. Toutes les analyses qui suivent sont dues à Pésier.

	POTASSE DE TOSCANE. — Degré alcalimétrique 56	POTASSE DE RUSSIE. — Degré alcalimétrique 53	POTASSE D'AMÉRIQUE (PERLASSE). — Degré alcalimétrique 54	POTASSE DES VOSGES. — Degré alcalimétrique 32
Carbonate de potasse............	74,10	69,61	71,38	38,63
Carbonate de soude..............	3,00	3,09	2,31	4,17
Sulfate de potasse...............	13,47	14,11	14,38	38,84
Chlorure de potassium...........	0 95	2,09	3,64	9,16
Eau..........................	7,28	8,82	4,56	5,34
Matières insolubles...............	1,20	2,28	3,73	3,86
	100	100	100	100

CHAPITRE XI

AUTRES SOURCES DE POTASSE. — LA COMBUSTION DU RÉSIDU DU FUMIER. — LA COMBUSTION DE LA LIE DU VIN, DES MÉLASSES DE BETTERAVES ET DU SUINT DE LA LAINE DES MOUTONS. — LE GISEMENT NATUREL DE POTASSE DE STASFÜRT. — EXTRACTION DE LA POTASSE DES EAUX-MÈRES DES SALINES. — PROCÉDÉS DE M. BALARD.

Nous avons vu qu'on peut extraire la potasse, en plus ou moins grandes quantités, des arbres des forêts; mais nous avons fait remarquer que l'élévation du prix des bois limite forcément cette source de production. Aussi, depuis longtemps, les savants et les manufacturiers se sont-ils préoccupés de la nécessité de trouver d'autres sources de potasse, alcali qui entre pour une forte part dans un grand nombre d'industries.

Vers 1850, Josiah Birch, filateur de laines, eut l'idée de chercher si l'eau croupissante du fumier ne pourrait pas fournir de la potasse. Il fit évaporer une grande quantité de cette eau, et calcina le résidu dans un four. Les cendres étaient tellement riches en alcali que Birch s'en servit pour préparer les lessives qu'il employait dans son usine pour le nettoyage des laines. Chacun peut en faire autant, c'est-à-dire trouver dans le produit des eaux de fumier évaporées, une source de potasse propre aux usages du lessivage.

Les lies de vin transformées en cendres par la combustion, sont, depuis longtemps, une source commerciale de potasse. On appelle la potasse provenant de cette source, *cendres gravelées*. Ce produit eut une certaine importance à la fin du siècle dernier, pendant la disette des soudes végétales, et avant la découverte du procédé de Leblanc pour la fabrication des soudes artificielles.

Pour opérer la combustion des lies de vin, il faut commencer par les dessécher, soit en les renfermant dans des sacs de toile et les soumettant à une pression énergique, soit en les exposant, pendant un temps suffisant, au soleil. Lorsqu'on agit par pression, on recueille le vin aigri que renferme encore la lie, et le liquide que l'on recueille donne un très-bon vinaigre.

La combustion des lies de vin s'opère dans de larges fours. On commence par y faire brûler des fagots de sarments ou d'autres combustibles légers, puis on jette sur les cendres de ces fagots, la lie desséchée. Dès

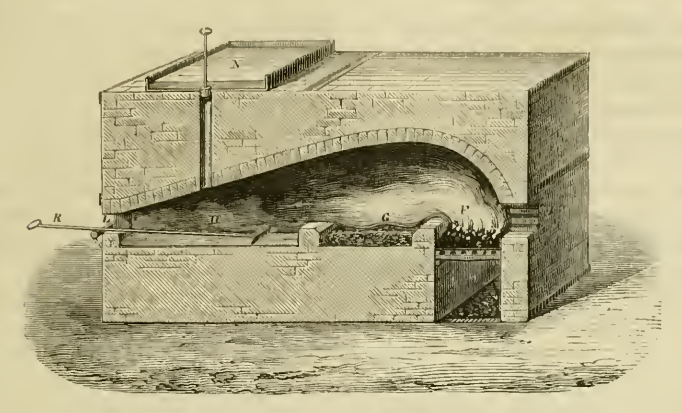


Fig. 341. — Coupe du four pour la carbonisation des vinasses de betteraves.

qu'elle est enflammée, on la laisse brûler sans la remuer, et on alimente le feu en y projetant de nouveaux pains de lie, de manière que le feu soit entretenu jusqu'à ce que le fourneau soit rempli du résidu de la combustion. Ce résidu forme une masse légère, spongieuse, cassante et de couleur verdâtre, qui porte le nom de *cendres gravelées*.

Les *cendres gravelées* ont peu d'importance commerciale, car leur fabrication est très-restreinte et ne s'exécute que dans quelques pays vignobles. Mais l'alcali qu'elles renferment est très-pur. Le *tartre* qui est contenu dans le vin, et qui s'est précipité avec la lie et les dépôts de tonneaux, est le produit qui fournit la potasse. Ce *tartre* est un mélange de tartrate acide de potasse et de tartrate de chaux. Décomposé par le feu, il laisse du carbonate de potasse mêlé de carbonate de chaux.

On doit à M. Dubrunfaut une autre source de potasse beaucoup plus importante : nous voulons parler des mélasses de betteraves, dans lesquelles l'analyse chimique avait signalé de fortes proportions de sels de potasse.

M. Dubrunfaut partit de cette idée qu'après l'extraction du sucre, tous les composés alcalins ou terreux qui existent dans le tissu de la betterave, doivent être concentrés dans le résidu des opérations, c'est-à-dire dans les mélasses. Il fit donc des essais pour tirer parti d'abord des mélasses, pour transformer en alcool le sucre qu'elles renferment encore; ensuite de la mélasse évaporée et calcinée, pour retirer des cendres de cette matière la potasse qu'elles contiennent.

Voici le procédé suivi par M. Dubrunfaut. On commence par faire fermenter les mélasses, et on en sépare l'alcool par distillation. Le résidu, ou ce que dans les ateliers on nomme la *vinasse*, est traité par de la craie, pour saturer les acides libres qu'elle renferme. La liqueur est ensuite concentrée, soit dans des chaudières en fonte chauffées à feu nu, soit dans des cuviers en bois, traversés par des serpentins de vapeur, soit enfin dans des cuves plates placées au-dessus des fours de l'usine et chauffées par le calorique perdu de ces fours. Quand le liquide évaporé est parvenu à l'état sirupeux, c'est-à-dire à environ 25° de l'aréomètre pèse-sel, on verse ce liquide dans un réservoir. Par le repos, le sulfate de chaux se précipite. Après

cette précipitation, on achève l'évaporation du liquide, en le portant sur la sole d'un four. La chaleur continuant son action, le résidu s'enflamme, les substances organiques sont détruites et il ne reste que des cendres.

L'incinération est considérée comme complète dès que la matière charbonneuse qu'elle produit, délayée dans l'eau et filtrée, donne une solution incolore.

La figure 341 représente le four employé dans les distilleries du Nord, pour calciner les résidus de l'évaporation des vinasses de betteraves et les transformer en carbonate de potasse. Ce four est surmonté d'un bassin en briques, N, dans lequel se termine l'évaporation des liqueurs déjà concentrées. En ouvrant un orifice fermé par un bouchon, on découvre un canal ménagé dans l'épaisseur du four, et on détermine la chute du liquide pâteux sur la sole, H, c'est-à-dire sur la surface chauffée du four. Un ouvrier armé d'un râteau de fer agite la masse pendant sa calcination.

Une ouverture à treillis, L, est ménagée au devant du four, pour activer le tirage et déterminer un afflux d'air considérable, qui brûle rapidement les substances organiques. La fumée du foyer, mêlée aux gaz qui proviennent de la matière calcinée, s'échappe, au moyen de *carneaux*, dans le tuyau de la cheminée qui est situé derrière le fourneau, en contre-bas du foyer, ce qui empêche de la représenter sur notre dessin.

Quand la matière est suffisamment desséchée dans la première partie (H) du four, on la pousse, au moyen d'un long râteau, R, dans la partie plus fortement chauffée, G, du même four. Elle ne tarde pas à s'enflammer et à se réduire en cendres. Le courant d'air qui la traverse active beaucoup son incinération.

La matière charbonneuse que l'on retire du four, constitue le *salin* de potasse, substance noirâtre et impure, qui contient des carbonates de potasse et de soude, du chlorure de potassium et du sulfate de potasse.

Par des lessivages méthodiques, on peut purifier ce *salin* et le priver des sels de soude qu'il renferme. On y parvient en dissolvant dans l'eau ce produit et le soumettant à une série de cristallisations régulièrement conduites, qui ont pour effet d'éliminer le carbonate de soude. Mais cette opération, qui n'est pas d'une exécution facile, est rarement accomplie.

La potasse provenant des mélasses de betteraves, lorsqu'elle a été convenablement calcinée et épurée, est l'une des meilleures que l'on connaisse. Elle est d'une blancheur éclatante, et comme elle renferme un peu de carbonate de soude, on la préfère aux potasses ordinaires pour la fabrication des savons mous, parce qu'elle augmente leur consistance, en y introduisant un peu de savon sodique.

Veut-on savoir maintenant quelle est l'importance de cette industrie, qui ne remonte, pour ses premiers essais, qu'à l'année 1840? En 1867, on a produit en France 11 millions de kilogrammes de *salin* extrait des mélasses de betteraves. La richesse moyenne de ces salins étant au titre de 15 degrés alcalimétriques, on peut, en tenant compte d'un déchet de 10 pour 100, évaluer à 2,485 tonnes, la quantité de carbonate de potasse fournie, pendant une seule année, à l'industrie par le traitement des mélasses.

MM. Maumené et Rogelet exploitent à Reims, depuis quelques années, une autre source de potasse. Ils extraient cet alcali du *suint de la laine des moutons*, et le résidu de l'opération, traité convenablement plus tard, donne des quantités assez considérables d'ammoniaque et de gaz d'éclairage.

Bien que cette exploitation ait été importée à Elbeuf, où les fabriques de draps peuvent ainsi utiliser des eaux qui étaient auparavant complétement perdues, elle n'a

pas acquis une grande importance. En 1867, elle fournit 150 tonnes seulement d'un carbonate de potasse, d'une pureté remarquable d'ailleurs, qui ne contenait pas plus de 4 pour 100 de carbonate de soude. Aussi, contrairement aux potasses de betteraves qui sont plus recherchées des savonniers, comme nous venons de le dire, les potasses extraites du suint sont-elles employées de préférence pour la fabrication du cristal.

Passons à l'extraction de la potasse des substances minérales qui la renferment.

Nous ne citerons que pour mémoire un procédé dû à M. Wardayant, et qui consiste à extraire la potasse du feldspath (silicate double d'alumine et de potasse).

On chauffe au rouge un mélange de feldspath, de spath fluor et de chaux. Par cette calcination, la potasse du feldspath se change en fluorure de potassium. Ce sel, traité par la chaux, donne directement de la potasse caustique.

Ce procédé n'a pas eu d'application véritablement industrielle.

Nous arrivons aux méthodes imaginées par M. Balard, pour extraire les quantités infinitésimales de potasse qui existent dans l'eau de la mer.

Résumons d'abord les antécédents de la question.

Dès 1785 Scheele, et Grena en 1794, avaient constaté qu'en refroidissant une dissolution contenant du sulfate de magnésie et du sel marin, il se produit des cristaux de sulfate de soude, tandis que l'eau mère retient du chlorure de magnésium. Ces chimistes avaient reconnu également que les eaux mères des sources salées, abandonnées à l'action du froid, pendant l'hiver, laissent déposer une grande quantité de sulfate de soude, dont la production est due à la décomposition réciproque, sous l'influence du froid, du sulfate de magnésie et du chlorure de sodium contenus dans ces eaux. Mais tout s'était borné à des études de laboratoire qui n'avaient amené aucun résultat important au point de vue industriel. En 1844, M. Balard reprit la question. Il indiqua le parti que l'on pouvait tirer des eaux de la mer pour en extraire la potasse, en s'adressant aux eaux-mères des marais salants, c'est-à dire aux eaux qui restent dans le marais salant après que l'on a extrait le sel marin par l'évaporation et la cristallisation naturelles.

M. Balard parvint a rendre pratique le procédé signalé pour la première fois par Scheele. Pendant les froids de l'hiver, il étendait sur de vastes surfaces les eaux mères des marais salants. Ces eaux contiennent du sulfate de magnésie et du chlorure de sodium. Sous l'influence de la basse température, en vertu de ces lois physiques que Berthollet a mises en lumière, et qui vont à l'encontre des lois ordinaires de l'affinité, il se faisait un échange entre les bases et les acides. Du sulfate de soude prenait naissance et se précipitait, parce que le sulfate de soude est insoluble dans l'eau refroidie au-dessous de zéro. Dans l'eau froide restait dissous le chlorure de magnésium.

Seulement, et on le comprend, il ne fallait pas laisser les matières en présence lorsque l'on revenait à une température plus élevée; car alors la réaction inverse se produisait et le sel marin était régénéré. On se hâtait donc d'emporter le sulfate de soude, dès que sa précipitation était accomplie. Une nuit froide suffisait pour que cette décomposition s'effectuât sur d'immenses étendues.

Rien n'est assurément plus curieux que cette industrie qui a pour agent unique le froid d'une nuit d'hiver, et qui, en quelques heures, peut donner des millions de kilogrammes de produit.

Cependant, comme dans le midi de la

France il fait rarement des froids prolongés, cette industrie avait quelque chose de trop éventuel. M. Balard remplaça avec avantage le froid de la nature par celui de l'art. Il fit usage des *machines Carré*, qui produisent à peu de frais un grand abaissement de température. Le sulfate de soude put ainsi se fabriquer à coup sûr et en tout temps.

Ce sulfate de soude était versé dans le commerce, où il trouvait des débouchés différents, mais dont le principal était la fabrication du carbonate de soude par le procédé Leblanc.

Les eaux mères des marais salants, étant ainsi débarrassées des sels de soude, ne renfermaient plus guère que des chlorures de potassium et de magnésium. On faisait évaporer ces liqueurs, qui, par le refroidissement, laissaient déposer des cristaux de chlorure de potassium et de magnésium. Par la cristallisation, on séparait le sel de magnésie et l'on obtenait le chlorure de potassium pur, sel que l'on transformait en potasse par les mêmes moyens et avec les mêmes fours et appareils qui servent à obtenir la soude factice.

Voilà comment les usines créées à l'instigation de M. Balard, dans les salines du midi de la France, pouvaient verser dans le commerce du chlorure de potassium en quantités considérables. Malheureusement la découverte d'un énorme gisement naturel de sel de potasse, à Stassfürt, en Prusse, vint renverser les données économiques de cette fabrication. M. Balard dut alors se livrer à de nouvelles recherches, et il imagina une seconde méthode, qui s'ajoute à la première et la complète très-heureusement.

Dans le rapport sur les produits chimiques de l'*Exposition internationale* de 1867 (1), M. Balard raconte en ces termes la découverte du gisement naturel de potasse en Prusse et les conséquences de ce fait pour l'industrie française de la fabrication de la potasse avec les eaux mères des marais salants.

Une source de sel marin, jaillissant au milieu de la petite ville de Stassfürt, en Prusse, avait appelé en 1838 l'attention des savants et des industriels. En 1839, des sondages furent commencés, et l'on trouva la couche de sel gemme à 300 mètres de profondeur. Laissons maintenant parler M. Balard.

« La mine de sel gemme de Stassfürt est la plus grande masse connue de sel qui ait été accumulée dans le sol par suite de l'évaporation continuelle des eaux salées pendant les périodes géologiques. Cette masse inépuisable de sel gemme permet d'exploiter depuis sept à huit ans, deux puits creusés à Stassfürt, et un troisième, creusé en 1858, à Anhalt, dont le terrain n'est séparé de celui de Stassfürt, qu'il enclave, que par une rivière, la Bade, qui coule entre les deux.

« A une profondeur de 280 mètres environ, on trouva, en creusant les puits de Stassfürt, un mélange de sels de potasse, de soude et de magnésie. Leur présence, sur une épaisseur d'environ 70 mètres, ne faisait augurer rien de bon du gisement salin qu'on cherchait, et plus d'une fois, en voyant diminuer la proportion de sel marin contenue dans l'eau du trou de soude, on fut sur le point de renoncer au fonçage du puits. L'espérance, justifiée plus tard par l'événement, que cette couche de sels impurs n'occupait que la partie supérieure du gisement, détermina cependant à continuer ce fonçage. Ainsi, par une résistance du même genre que celle que les sauniers ont, pendant si longtemps, apportée à l'exploitation des eaux mères des salines, la préoccupation de la recherche exclusive du sel marin pur faisait regarder comme inutiles ou même comme nuisibles les produits qui le recouvraient, et qui font pourtant la principale richesse du gisement.

« Ce fut M. H. Rose qui signala, en 1859, cette richesse. L'exploitation du sel gemme, commencée en 1857, avait déjà fourni des quantités considérables de sel marin, avant que l'on eût pensé à utiliser les composés potassiques ; mais un échantillon de l'un de ces sels ayant été soumis à M. H. Rose en 1859, il reconnut bien vite que ce produit naturel n'était autre que ce chlorure double de potassium et de magnésium hydraté qui, depuis quelques années, était, dans quelques salines du midi de la France, la forme sous laquelle on concentrait la potasse contenue dans l'eau de la mer. Il signala à l'attention du gouvernement et des industriels toute l'importance de

(1) Tome VII des *Rapports du jury international*. In-8°. Paris, 1868, pages 78-79.

cette découverte géologique, à peine indiquée cependant par les industriels allemands, lors de l'Exposition de Londres. Elle était surtout présentée alors comme une source où l'agriculture pourrait trouver à bas prix la potasse si nécessaire aux végétaux, et qui manque à certains terrains. Une quantité de 2,800 quintaux seulement avait été, en 1860, employée à cet usage exclusif.

« Mais, dans le courant de l'année 1861, la consommation de ces sels, dont l'industrie venait de s'emparer, était devenue huit fois plus grande, et cette nouvelle quantité était elle-même décuplée en 1862 par une progression rapide qui ne devait pas s'arrêter là. L'attention des chimistes et des ingénieurs fut alors attirée sur ce point ignoré de l'Allemagne jusque-là. »

La découverte de ce gisement naturel de sels de potasse en Prusse, eut pour résultat de diminuer de moitié en France le prix du chlorure de potassium, et d'exiger des industriels qui produisaient les sels de potasse, de nouveaux efforts pour lutter contre une concurrence aussi écrasante. Devant ce fait nouveau, qui fut considéré comme un cas de force majeure, les marchés les plus importants pour la vente des sels potassiques durent être résiliés, et cette industrie, qui s'annonçait comme devant être très-productive, perdit aussitôt toute son importance.

L'extraction des sels de potasse des eaux-mères des marais salants s'effectue aujourd'hui au salin de Berre, près Marseille, et au salin de Giraud, situé dans la Camargue, sur la plage de la Méditerranée, à quelque distance d'Aigues-Mortes. On opère sur les eaux mères des marais salants, c'est-à-dire sur les résidus des eaux d'où l'on a retiré le sel marin.

Pour comprendre les opérations au moyen desquelles on extrait la potasse des eaux-mères des marais salants du Midi, il faut avoir préalablement une connaissance exacte des opérations que nécessite l'extraction du sel dans les marais salants. Nous croyons, en conséquence, devoir renvoyer à la *Notice sur l'industrie du sel*, qui suivra la présente Notice, la description des procédés d'extraction de la potasse des eaux mères des marais salants du Midi.

Le sulfate de potasse que l'on retire des eaux mères des marais salants, par les méthodes que nous décrirons dans le cours de la *Notice sur l'industrie du sel*, peut être transformé ensuite en carbonate de potasse, en le traitant par la craie et le charbon, dans les fours à soude, comme si l'on voulait produire de la soude factice. Seulement, au lieu de carbonate de soude, on obtient du carbonate de potasse.

L'extraction des potasses des eaux-mères des salines ne donne pas grand bénéfice aux fabricants de produits chimiques qui se livrent à cette exploitation, mais, comme le faisait observer M. Balard en 1867, cette nouvelle branche d'industrie se lie à des considérations d'un ordre élevé, — et les événements ne lui ont donné que trop raison. — L'extraction de la potasse permet, en effet, de retirer de notre propre sol *ce qu'un pays prudent ne doit jamais demander à son voisin, c'est-à-dire la potasse, l'un des éléments de la fabrication de la poudre.* N'auraient-ils eu que cet avantage, les travaux de M. Balard auraient été pour la France un véritable bienfait.

CHAPITRE XII

LES SELS DE POTASSE EN USAGE DANS L'INDUSTRIE. — L'AZOTATE DE POTASSE OU SALPÊTRE. — LE CHLORATE DE POTASSE.

Nous ferons maintenant connaître les traits les plus intéressants de l'histoire chimique des sels de potasse qui sont en usage dans l'industrie et les arts. Outre le carbonate de potasse, dont nous venons de parler suffisamment, ces sels sont l'azotate et le chlorate.

Azotate de potasse. — L'azotate, ou nitrate de potasse, était fort connu des anciens. On

le désignait sous le nom de *Nitrum* chez les Romains (d'où lui est venu son nom de *Nitre*). En Chine et en Asie, il était l'objet d'une sorte de récolte. En Europe, il prit, au VIIe siècle, le nom de *Sel de pierre* (*Sal petris*) ou *Salpêtre*, parce qu'il provient, en effet, d'une altération subie par les pierres calcaires. Quelques siècles après, le salpêtre acquit une grande importance par l'usage, devenu général, de la poudre à canon.

Ce sel se rencontre en abondance à la surface des terrains, dans un grand nombre de pays. Formé spontanément sur le sol, il est dissous par les eaux pluviales, qui l'entraînent le long des pentes, dans le fond des vallées. Là, il pénètre dans l'intérieur du sol. Plus tard, par un effet de la capillarité, et quand le terrain se dessèche sous les rayons d'un soleil brûlant, cette dissolution remontant à la surface de la terre, s'y évapore et produit des efflorescences salines qui recouvrent le sol sur de grandes étendues. Il suffit de recueillir les terres couvertes de ces efflorescences, de les lessiver et de les évaporer, pour obtenir le salpêtre.

C'est ainsi qu'est préparé le salpêtre, qui autrefois arrivait en Europe, en grandes quantités, des Indes orientales, de la Chine, de la Perse, de l'Arabie et de l'Égypte.

L'azotate de potasse se forme également, mais en plus petite quantité, dans nos contrées. On le trouve dans tous les lieux habités, bas, sombres et humides, et principalement dans ceux qui sont exposés aux émanations animales, comme les étables, les écuries, les caves, les murs des habitations et les lieux en ruines. L'azotate de potasse est, dans ces derniers cas, accompagné d'azotates de chaux et de magnésie.

Les plantes qui croissent près des murailles, comme la pariétaire, la bourrache, la buglosse, la ciguë, le grand soleil, renferment abondamment de l'azotate de potasse.

Mais s'il est facile de constater, dans ces divers cas, la présence de ce sel, il est plus difficile d'expliquer son mode de formation. A cet égard, les chimistes sont encore divisés. Les uns admettent que le salpêtre ne peut se produire que sous l'influence des matières animales azotées; d'autres prétendent que sa formation peut s'expliquer sans avoir recours à l'intervention de ces substances, et que les éléments de l'air suffisent pour se rendre compte de sa production.

Voici comment on peut expliquer dans la première théorie, c'est-à-dire par l'intervention des matières animales azotées, l'origine du salpêtre.

L'ammoniaque, qui est le produit de la décomposition putride de ces matières, est absorbée, à l'état de dissolution aqueuse, dans les espaces capillaires des pierres calcaires très-poreuses qui se rencontrent dans les terrains, et qui renferment naturellement de la potasse. La potasse peut, d'ailleurs, être apportée par les matières animales : l'urine et les excréments des animaux renferment, en effet, une certaine quantité de cet alcali. Les pierres calcaires, étant poreuses, absorbent, condensent dans leur substance de l'air, c'est-à-dire de l'oxygène. L'ammoniaque est alors oxydée à l'intérieur de la pierre, changée en eau et en acide azotique, et l'acide azotique ainsi formé se combine avec la potasse, d'où l'azotate de potasse ou salpêtre.

Il est hors de doute cependant que, dans quelques cas, la nitrification peut s'opérer sans le concours des matières animales. Il se forme, par exemple, du salpêtre à la surface des plaines de sable qui couvrent des déserts immenses, là où nulle trace de matière organique n'a jamais existé. Il faut bien admettre, dans ce cas, que l'acide azotique s'est formé par les éléments de l'air qui se sont combinés sous l'influence *catalytique*, comme disaient Berzelius et Thénard, des pierres poreuses, et que cet acide azo-

tique s'est combiné à la chaux ou à la potasse de ces pierres.

Il faut ajouter, pour être complet, que dans les pays chauds une autre source de salpêtre se trouve dans la combinaison de l'azote et de l'oxygène de l'air, déterminée par l'action de la foudre ou des étincelles et décharges électriques, au milieu des orages qui sont si fréquents dans ces climats.

Quoi qu'il en soit de cette théorie, qui est encore en litige, la totalité du nitre qui se consomme dans les arts est empruntée, en Asie et en Europe, aux terrains dans lesquels il se produit de toutes pièces. Une partie de ce sel est fourni au commerce par les contrées de l'Orient que nous avons indiquées plus haut; une autre partie se prépare, en France et dans les autres pays de l'Europe, par le lessivage des terrains et des plâtras qui se sont chargés de nitre par leur exposition prolongée dans l'atmosphère azotée des lieux d'habitation.

Cet azotate de potasse n'est pas pur: c'est un mélange d'azotates de chaux et de magnésie, ce qui nécessite une opération particulière pour convertir ces sels en azotate de potasse.

Les matériaux salpêtrés sont traités par l'eau froide, qui dissout les azotates de potasse, de chaux et de magnésie. Ces eaux sont concentrées et traitées par le carbonate de potasse du commerce, qui donne naissance à des carbonates de chaux et de magnésie insolubles, et à de l'azotate de potasse soluble. Ces eaux, évaporées, laissent cristalliser le nitre encore très-impur et contenant de grandes quantités de sel marin.

La proportion de sels étrangers dans le salpêtre brut s'élève à 25 p. 100. Ce salpêtre est alors vendu au gouvernement, qui le purifie dans les ateliers de salpêtrerie qui sont sous sa direction.

La purification du salpêtre brut consiste à dissoudre ce sel impur dans l'eau bouillante, à clarifier la dissolution avec de la gélatine, et à faire plusieurs cristallisations, qui laissent d'abord précipiter le sel marin. Quand le salpêtre est obtenu ainsi à l'état de cristaux à peu près exempts de sel marin, on le lave avec une dissolution saturée de ce même sel, qui dissout les dernières traces du sel marin, et qui n'exerce aucune action dissolvante sur le nitre, puisqu'elle en est saturée.

L'azotate de potasse purifié se présente, dans le commerce, sous la forme de petites masses cristallisées confusément, parce que la cristallisation en a été troublée; mais on peut, avec ce salpêtre raffiné, obtenir de très-beaux cristaux. Il suffit de les dissoudre dans l'eau bouillante. Par le refroidissement de la liqueur, ce sel cristallise en prismes à six faces, allongées et terminés par des pyramides hexaèdres.

La saveur de l'azotate de potasse est fraîche et piquante. Il est inaltérable à l'air et se décompose par l'action de la chaleur, en dégageant de l'oxygène et laissant un mélange d'azotate de potasse et de potasse libre.

Soumis à une chaleur plus modérée, il entre simplement en fusion, en perdant son eau, et donne, par le refroidissement, des masses blanches et opaques connues en pharmacie sous le nom de *Cristal minéral*.

Très-soluble dans l'eau bouillante, l'azotate de potasse est peu soluble dans l'eau froide, ce qui permet de le purifier aisément et de l'obtenir, quand on le dilue, en magnifiques cristaux.

La grande quantité d'oxygène que renferme ce sel et la facile décomposition qu'il éprouve par l'action de la chaleur, en font un des agents les plus puissants d'oxydation que possède l'industrie chimique. Projeté sur des charbons ardents, il en active singulièrement la combustion : il fuse, il déflagre avec une grande vivacité. L'oxygène qu'il abandonne brûle le carbone et le con-

vertit rapidement en gaz acide carbonique. Un mélange de 3 parties d'azotate de potasse et de 1 partie de charbon, projeté dans une cuiller de fer rougie au feu, déflagre avec violence. Il se produit du carbonate de potasse.

C'était là un moyen que l'on employait autrefois, dans les laboratoires de chimie, pour préparer le carbonate de potasse. On appelait le carbonate de potasse préparé par cette voie *Nitre fixé par les charbons.*

Deux parties de nitre et une partie de soufre brûlent avec une lumière si éclatante que l'œil a de la peine à en soutenir l'éclat. Il se forme du sulfate de potasse; si l'onajoute à ce mélange de l'acide arsénieux, on obtient les beaux *feux chinois.*

On connaît sous le nom de *poudre fulminante par la chaleur*, un mélange obtenu en pulvérisant 3 parties de nitre avec 1 partie de soufre et 2 parties de carbonate de potasse du commerce. Cette poudre entre d'abord en fusion par suite de la présence du soufre qui est très-fusible, ensuite elle détone tout d'un coup avec violence, et l'explosion déforme et altère la cuiller de fer où on l'a placée en l'abandonnant sur les charbons. Il reste comme résidu du sulfate de potasse.

Enfin un mélange de phosphore et de salpêtre détone par le simple choc.

On comprend, d'après ces faits, que l'azotate de potasse fasse partie de tous les mélanges destinés à faire explosion.

Les usages de l'azotate de potasse sont nombreux. Dans les arts, il sert à la préparation de l'acide azotique et de l'acide sulfurique. Mais son emploi le plus important se trouve dans la préparation de la poudre à canon. Nous avons décrit dans les *Merveilles de la Science* (1) tout ce qui se rapporte à la préparation et à l'usage de la poudre à canon. Nous n'avons pas par conséquent à revenir sur cette question que nous avons épuisée.

(1) Tome III. *Les Poudres de guerre*, pages 241-275.

Chlorate de potasse. — Le chlorate de potasse se prépare en faisant passer pendant longtemps un courant de chlore dans une dissolution de carbonate de potasse. La réaction se passe sans l'intervention de l'acide carbonique, car ce gaz se dégage à l'état de liberté, dans tout le courant de l'opération.

L'équation chimique suivante représente la formation du chlorate de potasse par l'action du chlore sur la potasse :

$$\underbrace{6KO}_{\text{Oxyde de potassium.}} + \underbrace{6\,Cl}_{\text{Chlore.}} = \underbrace{ClO^5,KO}_{\text{Chlorate de potasse.}} + \underbrace{5(ClK)}_{\text{Chlorure de potassium.}}$$

Le chlorate de potasse est un sel blanc, d'une saveur fraîche, un peu acerbe. Il est soluble dans l'eau bouillante et peu soluble dans l'eau froide, ce qui permet de l'obtenir aisément en cristaux. Il cristallise en larges lames rhomboïdales, très-brillantes. Il est inaltérable à l'air. La chaleur lui fait perdre tout son oxygène et le transforme en chlorure de potassium. C'est ce que montre cette équation chimique :

$$\underbrace{ClO^5,KO}_{\text{Chlorate de potasse.}} = \underbrace{ClK}_{\text{Chlorure de potassium.}} + \underbrace{O^6}_{\text{Oxygène.}}$$

Le chlorate de potasse est le corps qui fournit la plus grande quantité possible d'oxygène, à poids égal. L'oxygène provenant de cette source est, d'ailleurs, d'une pureté absolue. Ce serait donc le moyen le plus précieux de se procurer du gaz oxygène dans les laboratoires, si ce sel n'était pas d'un prix très-élevé et si, par sa trop facile décomposition, il n'était exposé à détoner pendant l'opération et à produire des accidents.

C'est ce qui arriva au mois de janvier 1873, au laboratoire de la Faculté des sciences de Toulouse. Un appareil dans lequel on préparait de l'oxygène par la dé-

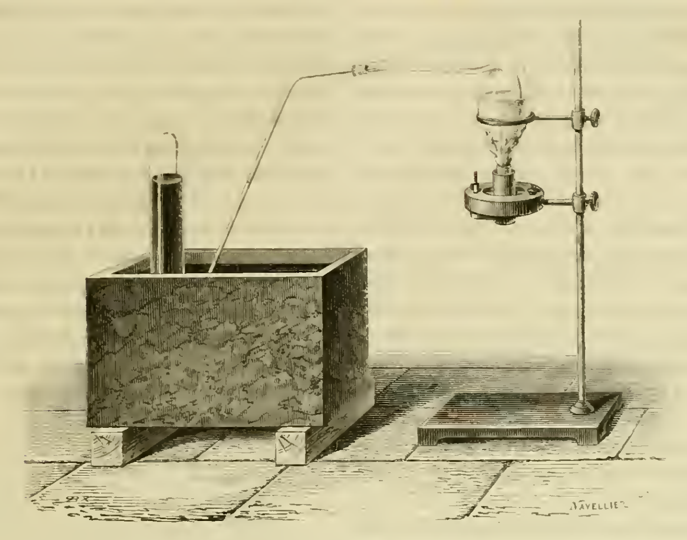


Fig. 342. — Décomposition du chlorate de potasse par la chaleur, avec production de gaz oxygène pur.

composition du chlorate de potasse, fit explosion et blessa grièvement plusieurs assistants, entre autres M. Cartailhac, savant naturaliste, préparateur du cours.

Si l'on opère avec précaution et sur de petites quantités de matière, en plaçant le chlorate de potasse dans une cornue de verre, on obtient de l'oxygène à un degré absolu de pureté. On recueille le gaz oxygène sur la cuve à mercure, dans une petite cloche, comme le représente la figure 342.

La grande quantité d'oxygène que renferme le chlorate de potasse, et la facile décomposition qu'il éprouve par la chaleur, le rendent précieux pour provoquer, dans un grand nombre de cas, des combustions très-vives. Un mélange de 3 parties de chlorate de potasse et de 1 partie de charbon et de soufre, renfermés dans un morceau de papier, détone avec force, quand on le frappe sur une enclume avec un marteau.

Un pareil mélange avec le phosphore serait dangereux à préparer; il faudrait agir sur de petites quantités et ne mêler les matières qu'avec la barbe d'une plume.

Un mélange de chlorate de potasse, de soufre et de charbon est une poudre des plus détonantes. Quand on le triture rapidement dans un mortier de bronze, il se produit des détonations successives qui imitent des coups de fouet, et l'on voit jaillir hors du mortier des flammes rouges d'un très-bel effet.

Nous avons raconté, dans les *Merveilles de la science*, qu'en 1788 Berthollet, qui avait découvert le chlorate de potasse, proposa de substituer le mélange de chlorate de potasse, de soufre et de charbon à la poudre à canon, et que l'on en fit l'essai à Essonnes, essai très-malheureux, car, un jour, le frottement enflamma le mélange, une détonation terrible se fit entendre, la fabrique fut à moitié renversée, et plusieurs personnes furent tuées.

Le chlorate de potasse est formé de potasse et d'un acide, l'acide chlorique, qui se décompose très-facilement en ses éléments, l'oxygène et le chlore. Si, sur du chlorate de potasse sec, on verse quelques gouttes d'acide sulfurique, il se dégage un gaz jaune, qui n'est autre chose que cet acide chlorique, d'une décomposition si facile. On comprend donc que, si l'on mêle le chlorate de potasse avec un corps combustible, et qu'on verse sur ce mélange de l'acide sulfurique, le gaz acide chlorique, prenant naissance et réagissant tout aussitôt sur ces produits combustibles, déterminera leur combustion subite. Un mélange de chlorate de potasse et de *poudre à canon*, ou bien de sulfure d'antimoine, ou seulement d'amidon, s'enflamme subitement par l'action de l'acide sulfurique.

Une expérience fort intéressante se fait dans les cours de chimie. Dans un verre à expérience, on met une petite quantité d'eau, du chlorate de potasse et quelques raclures de phosphore. On plonge ensuite au fond du vase l'extrémité effilée d'un petit entonnoir, par lequel on fait couler de l'acide sulfurique concentré. Aussitôt de nombreux jets de lumière apparaissent au milieu de l'eau, et l'on a le curieux spectacle d'un feu brûlant sous l'eau. L'ignition est due à la combustion du phosphore par l'oxygène de l'acide chlorique.

Les usages du chlorate de potasse sont aujourd'hui nombreux et provoquent une grande consommation de ce sel. Il est employé dans les maladies des gencives, avec un succès incontesté. Dans les laboratoires de chimie on s'en sert, comme nous l'avons dit plus haut, pour obtenir l'oxygène pur. Dans l'industrie, il sert à la confection des *briquets oxygénés*, qui furent l'idée première de l'allumette chimique.

Ces briquets se composaient de tout un petit outillage. Un flacon de verre contenant de l'amiante humectée d'acide sulfurique concentré, servait à enflammer l'extrémité d'une allumette enduite d'un mélange de chlorate de potasse, de soufre et d'un peu de gomme. Ces briquets n'eurent qu'une vogue éphémère, car l'acide sulfurique contenu dans le flacon s'hydratait à l'air et était inactif au bout de quelques jours. Mais ils eurent l'avantage de doter l'industrie de l'allumette chimique actuelle. Les allumettes chimiques, qui se répandirent vers 1835, n'étaient que l'ancien briquet oxygéné, dans lequel le phosphore remplaça l'acide sulfurique. Elles s'enflamment par simple friction. Voici le mélange le plus convenable.

Chlorate de potasse	2
Phosphore	4
Gomme arabique	7
Gélatine	2
Indigo	q.s.

Recouvertes d'un vernis de sandaraque, elles sont à l'abri de l'humidité.

Nous reviendrons, avec les détails nécessaires, sur ces diverses compositions dans la Notice sur le *Phosphore et les Allumettes chimiques*, qui fera partie de ce volume.

CHAPITRE XIII

L'ALCALIMÉTRIE. — PRINCIPES ET PROCÉDÉ PRATIQUE DE CETTE MÉTHODE D'ANALYSE RAPIDE.

« Autrefois et cela ne date pas d'assez loin pour qu'on l'ait oublié, on voyait souvent acheter à un plus haut prix des soudes et des potasses d'une richesse alcaline moindre que celles qu'on refusait à un prix inférieur. Ce n'est que depuis les recherches de Vauquelin, de Descroizilles et de Gay-Lussac, que le fabricant marche à coup sûr, et ne paye que la quantité réelle d'alcali qu'on lui livre. »

Ainsi s'exprime Gabriel Decroos, dans son *Traité des savons* publié en 1829, et il serait difficile de donner en moins de mots une définition plus exacte de l'*alcalimé-*

trie, de mieux faire comprendre les services que cette opération rend à l'industrie. En effet, l'un des plus grands services que la science ait rendus aux fabricants de produits chimiques, c'est de leur avoir donné le moyen d'apprécier avec rigueur la force réelle des alcalis qu'ils emploient dans leurs diverses opérations. L'alcalimétrie ne se borne pas, d'ailleurs, à l'appréciation exacte des potasses et des soudes, on applique le même principe au dosage des acides minéraux employés dans les arts.

L'alcalimétrie n'est pas arrivée tout d'un coup au point de perfectionnement qui en rend aujourd'hui l'usage si facile, même aux personnes peu familiarisées avec les manipulations chimiques. Sans parler des travaux de Richter, de Walter, de Vauquelin, de Berthollet, c'est grâce aux essais répétés de Descroizilles et de Gay-Lussac que l'on est arrivé au système qui est aujourd'hui en usage.

Richter déterminait au moyen d'une balance la quantité d'acide sulfurique qu'il fallait employer pour opérer la saturation d'un alcali commercial; mais l'opération était longue et présentait toutes les difficultés d'une analyse chimique ordinaire.

Vauquelin appréciait la richesse d'une potasse, en la neutralisant par de l'acide azotique d'une densité connue. Une expérience préalable avait lieu pour déterminer la quantité nécessaire pour saturer un certain poids de potasse pure.

Descroizilles est le véritable créateur de l'alcalimétrie. En 1806, il publia sa première description d'un *alcalimètre* dans les *Annales de chimie*. Plus tard, il fit breveter cet appareil.

Descroizilles substitua les mesures aux pesées. Il proposa le premier de déterminer la proportion d'acide sulfurique, en *Mesurant le volume* de l'acide qu'il fallait employer pour opérer la saturation, au lieu de le *peser* comme on l'avait fait avant lui.

Après lui, Gay-Lussac a perfectionné et rendu plus pratique ce précieux moyen d'analyse rapide. La méthode de Descroizilles donnait simplement les *degrés alcalimétriques*. Cette même méthode, perfectionnée par Gay-Lussac, fit connaître d'une manière certaine, le *titre* des soudes ou des potasses essayées.

Nous expliquerons tout à l'heure comment on procède lorsqu'on veut faire l'essai d'une soude ou d'une potasse. Commençons par indiquer le principe sur lequel repose l'alcalimétrie.

L'alcalimétrie est fondée sur le principe de la saturation des acides par des quantités invariables d'alcali. On a constaté par l'expérience que, pour saturer exactement 5 grammes d'acide sulfurique à 66° de l'aréomètre de Beaumé, il faut employer 4gr,807 de carbonate de potasse pur. Si donc on dissolvait dans l'eau 5 grammes d'acide sulfurique à 66°, qu'on étendît le liquide avec de l'eau distillée, de manière à obtenir un certain volume de liquide que l'on placerait dans un tube de verre divisé en cent parties égales; si ensuite on dissolvait dans l'eau 4gr,807 de carbonate de potasse à essayer, il est clair que si ce carbonate de potasse que l'on essaye est rigoureusement pur, il absorbera, pour être neutralisé, toute la liqueur acide, ou *liqueur alcalimétrique*. Si cette potasse renferme 20 p. 100 de matières étrangères, elle n'exigera, pour sa saturation, que 80 parties de la liqueur acide.

On reconnaît le moment de la saturation de l'alcali par l'acide sulfurique, à ce que la teinture de tournesol que l'on ajoute n'est pas ramenée par l'acide libre à la teinte rouge pâle, ou teinte *pelure d'oignon*, comme on l'appelle dans les laboratoires.

Ainsi, une potasse renfermera autant de kilogrammes d'alcali carbonaté pur qu'elle saturera de centièmes d'acide, quand on prendra pour l'essai 4gr,807 du produit à essayer.

Ce nombre de centièmes de la liqueur alcalimétrique, ou la quantité réelle de potasse qu'elle contient sur 100 parties, porte le nom de *titre alcalimétrique*.

Les meilleures potasses du commerce ne marquent que 60° à l'alcalimètre, c'est-à-dire qu'elles ne contiennent que 60 p. 100 de carbonate de potasse réel. Les potasses inférieures, comme les cendres gravelées, la potasse de Riga, ne marquent que 30°.

Voici comment on met en pratique la méthode de Gay-Lussac.

On commence par préparer une liqueur acide, dite *liqueur d'épreuve* et qui se compose de 100 grammes d'acide sulfurique monohydraté obtenu par distillation de l'acide marquant 66° à l'aréomètre de Baumé. On dissout cet acide dans une quantité d'eau telle que le mélange occupe exactement un litre. Pour cela, on le verse dans un flacon (fig. 344, n° 1) qui renferme un litre quand on le remplit jusqu'au trait *ab*. On achève de remplir le vase avec de l'eau distillée, de manière à obtenir exactement un litre. Il est évident que 50 centimètres cubes de cette liqueur contiennent 5 grammes d'acide sulfurique monohydraté.

Pour avoir exactement ces 50 centimètres cubes, on prend une burette (fig. 344, n°2), divisée en demi-centimètres cubes, et on remplit avec la liqueur acide du vase A les 100 divisions que porte cette burette B. On appelle ce dernier instrument *burette alcalimétrique*.

Les 100 divisions de cette burette (fig. 344, n° 2), contiennent donc 5 grammes d'acide sulfurique monohydraté.

Il est évident qu'une potasse essayée sous le poids de 4^gr^,807, qui nécessiterait pour sa neutralisation les 100 divisions d'acide sulfurique normal contenues dans la burette, B, serait de la potasse absolument pure, et qu'une autre potasse qui n'exigerait que 60 divisions d'acide normal contiendrait seulement 60 p. 100 de son poids de potasse réelle. Le nombre des divisions ou degrés de la burette alcalimétrique, exprime donc le *titre pondéral* de l'alcali soumis à l'expérience; 55 ou 60 divisions de la burette indiquant que la potasse essayée contient par quintal métrique, 55 ou 60 kilogrammes de potasse pure.

Quand on veut déterminer le titre pondéral d'une potasse ou d'une soude, on prélève plusieurs échantillons de l'alcali à analyser. Ces échantillons sont mêlés ensemble, réduits en poudre, et l'on en pèse 48^{gr},07, s'il s'agit de potasse, et seulement 31^{gr},85, s'il s'agit de soude, parce que l'équivalent de cette dernière est plus léger que celui de la potasse, et qu'il faut dès lors moins de soude pour saturer la même quantité d'acide.

On introduit la quantité prélevée dans l'éprouvette à pied (fig. 344, n° 4), qui contient un demi-litre (500 centimètres cubes) de liquide quand on la remplit jusqu'à un trait préalablement marqué, *ab*. On y verse 3 ou 4 décilitres d'eau et l'on facilite la dissolution du sel en l'écrasant avec une baguette de verre. Lorsque la dissolution est faite, on complète le demi-litre en ajoutant de l'eau jusqu'à ce que la surface du liquide affleure le trait marqué *ab*.

La dixième partie de cette dissolution est versée dans un vase (fig. 344, n° 5), dans lequel va s'opérer la saturation.

Rien de plus aisé que de prendre exactement la dixième partie de la dissolution contenue dans le vase C. Il suffit d'aspirer le liquide avec la pipette (fig. 344, n° 3), qui renferme exactement 50 centimètres cubes. Cette quantité de liquide contient donc le dixième de la matière pesée, c'est-à-dire 4^{gr},807 de potasse, s'il s'agit de potasse. On colore cette liqueur avec une petite quantité de teinture de tournesol, et on a soin de placer le vase sur un papier blanc, afin de pouvoir apprécier facilement les changements de couleur qui vont se produire.

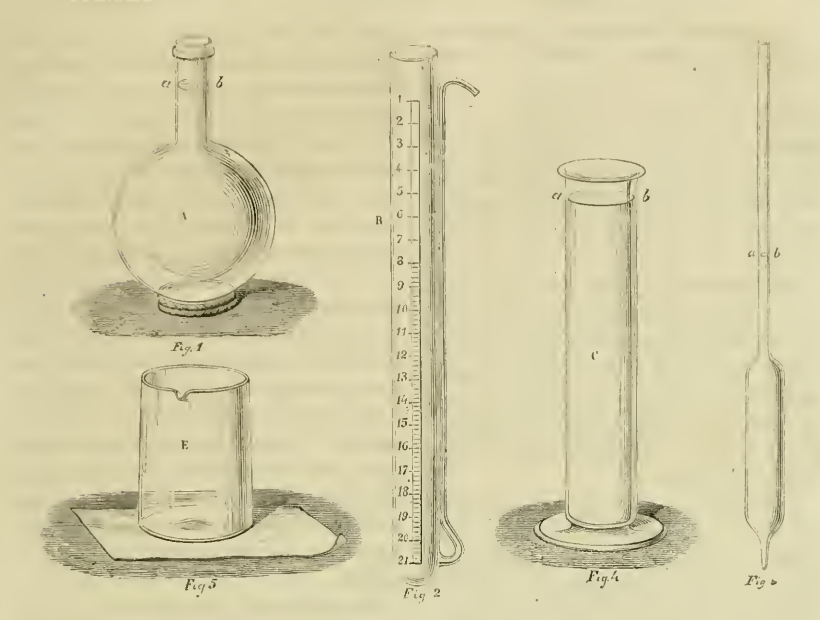


Fig. 343. — Les instruments pour l'alcalimétrie.

On prend alors la burette alcalimétrique (*fig.* 343, n° 2) pleine d'acide sulfurique normal et on verse lentement le liquide acide dans le vase (*fig.* 343, n° 5), qui contient la solution alcaline, en ayant le soin d'agiter continuellement, afin de combiner plus intimement les liqueurs.

Aucun changement sensible ne se produit d'abord dans la liqueur, mais lorsqu'on a ajouté un peu plus de la moitié de l'acide, le gaz acide carbonique commence à se dégager, et la liqueur alcaline prend une teinte d'un rouge vineux. A partir de ce moment l'opération doit être conduite avec beaucoup d'attention, et l'on a soin d'essayer de temps en temps la réaction qui se produit en plongeant dans le vase une baguette de verre avec laquelle on fait un trait sur un papier bleu de tournesol. Lorsqu'au contact de la liqueur, le papier de tournesol prend une couleur rouge-vif persistante, la saturation est complète, et on lit sur la burette le nombre de divisions employées pour l'obtenir, c'est-à-dire le nombre de degrés de la liqueur alcalimétrique qu'il a fallu employer pour arriver à cette saturation. Ainsi, si pour la potasse essayée, il a fallu 55 divisions de la burette alcalimétrique, cette potasse contient les 55 centièmes de l'alcali réel de son poids total, ou 55 pour 100 de son poids; si la soude analysée a exigé pour sa neutralisation 40 divisions de la burette, elle contient 40 pour 100 de soude pure.

CHAPITRE XIV

LE POTASSIUM ET LE SODIUM. — QUI A DÉCOUVERT CE MÉTAL. — TRAVAUX DE DAVY. — CURAUDEAU. — PROCÉ-

DÉS DE GAY-LUSSAC ET DE BRÜNNER. — PRÉPARATION DU SODIUM ET DU POTASSIUM PAR LE PROCÉDÉ DE M. SAINTE-CLAIRE DEVILLE.

Nous avons toujours parlé jusqu'ici de la potasse et de la soude, ainsi que ces sels auxquels donnent naissance des deux alcalis. Nous devons maintenant dire quelques mots sur le sodium et le potassium métalliques.

Tous les traités de chimie disent que le sodium et le potassium ont été isolés par Davy, qui, en 1807, réussit à décomposer la soude et la potasse par la pile voltaïque. Il serait juste d'ajouter que cette découverte avait été pressentie quelques années auparavant par un chimiste manufacturier de Paris, nommé Curaudeau.

Curaudeau était doué d'une imagination trop vive pour approfondir les idées ingénieuses que lui suggérait son esprit observateur. Cette mobilité d'idées empêchait le monde savant d'ajouter confiance aux singuliers résultats qu'il annonçait sans cesse ; de sorte que, loin de recevoir des encouragements de ses contemporains, il s'en fallut de bien peu qu'on ne le rebutât comme un charlatan. On ne peut cependant lui contester d'avoir le premier, c'est-à-dire avant Humphry Davy, annoncé l'existence d'un métal dans la soude et la potasse et d'avoir même aperçu ce métal.

Ce fut en calcinant la potasse avec le charbon que Curaudeau reconnut le nouveau métal à l'état de vapeurs. Le procédé d'extraction du potassium et du sodium à l'aide du carbonate de potasse ou de soude et du charbon a été consigné par Curaudaeu dans le *Moniteur* du 26 avril 1808 et dans le *Journal de physique* de la même époque; mais le fait de l'existence de ces deux métaux avait été annoncé par l'auteur quelques années auparavant.

Après avoir rendu justice à un inventeur ignoré, nous arrivons à l'histoire classique pour ainsi dire de la découverte du potassium et du sodium. Personne n'ignore que Davy a eu le bonheur de retirer, au moyen de la pile voltaïque, le potassium et le sodium de la potasse et de la soude. Nous avons raconté avec tous les détails nécessaires cette découverte capitale dans les *Merveilles de la science* (1) ; mais nous croyons utile de revenir en quelques mots sur cette question. La découverte faite par Davy du sodium et du potassium a ouvert de nouveaux horizons à la chimie, en la dotant d'un agent nouveau, le sodium, assez puissant pour déceler la présence de l'oxygène partout où il se rencontre, et en donnant le moyen de dégager les éléments d'une foule de substances dont la composition était demeurée jusqu'alors complétement inconnue. On ne saurait donc trop insister sur une découverte d'un ordre aussi capital.

La composition chimique de la potasse fut dévoilée en 1807 par Davy. En voyant les alcalis et les terres saturer les acides comme le font les oxydes métalliques, on avait été porté, avant les travaux de Davy, à regarder les terres et les alcalis comme des oxydes métalliques. On trouve même cette pensée exprimée de la manière la plus formelle dans les écrits de Lavoisier; mais, d'un autre côté, on avait découvert la composition de l'ammoniaque, qui ne renferme que de l'hydrogène et de l'azote, et l'on inclinait également à attribuer aux alcalis et aux terres, qui ressemblent tant à l'ammoniaque au point de vue chimique, une composition analogue à celle de ce dernier alcali. Sur ces entrefaites, les propriétés décomposantes du courant de la pile voltaïque furent découvertes. Les chimistes trouvaient dans cet agent nouveau un moyen puissant et jusque-là inconnu de séparer en leurs éléments les combinaisons les plus éner-

(1) Tome I (*la pile de Volta*), pages 664 et suivantes.

giques. Nicholson et Carlisle avaient réussi à décomposer l'eau par le courant voltaïque; Berzélius, à séparer le sel en ses deux éléments. Davy essaya, à son tour, l'action de la pile sur les alcalis et les terres.

Il soumit d'abord à l'action de la pile une dissolution concentrée de potasse; mais l'eau se décomposait seule. Il mit ensuite de la potasse sèche entre les deux conducteurs de la pile, mais aucun phénomène apparent ne se manifestait, parce que la potasse solide ne conduit pas l'électricité. Il augmenta alors considérablement la force de la pile, de manière à fondre la potasse par la chaleur du courant voltaïque, et il obtint des signes évidents de décomposition. Au pôle positif, il se manifestait un bouillonnement gazeux dû au dégagement du gaz oxygène; au pôle négatif, une vive incandescence apparut; elle était due à l'apparition de globules de potassium qui, dès qu'ils avaient pris naissance, se recombinaient avec ignition à l'oxygène de l'air.

Davy parvint à isoler quelques-uns de ces globules métalliques. Il constata leur affinité extraordinaire pour l'oxygène, reconnut que dans ce cas ils reconstituaient de la potasse, et parvint ainsi à mettre hors de doute la véritable composition de cet alcali.

Peu de temps après, Schœbeck simplifia beaucoup la manière d'obtenir le potassium, en faisant intervenir une force chimique en même temps qu'une action électrique. Il plaça du mercure au pôle négatif où se rend le potassium. Par ce moyen, le potassium s'amalgame au mercure, qui le préserve de l'action de l'air. Si, ensuite, on distille cet amalgame, le mercure se volatilise et le potassium reste dans la cornue. Il faut, pour décomposer ainsi la potasse, employer une pile formée de 80 couples de Bunsen.

Plus tard, on eut l'idée d'obtenir les métaux terreux par l'action du potassium sur les chlorures de ces métaux, et c'est ainsi que l'on parvint à isoler facilement le baryum, le strontium, le calcium, le magnésium et l'aluminium.

Cependant l'action de la pile ne fournit, comme il est facile de le comprendre, qu'une quantité excessivement faible de potassium ou de sodium. Aussi a-t-on cherché à trouver des procédés qui permissent de réaliser en grand cette décomposition, afin d'obtenir du potassium en quantités notables, pour l'appliquer aux besoins pratiques de la chimie. Ce problème fut résolu d'une manière très-satisfaisante par MM. Gay-Lussac et Thénard qui décomposaient la potasse par le fer porté au rouge.

Plus tard, un chimiste allemand, Brünner, rendit l'opération plus simple encore en décomposant le carbonate de potasse par le charbon, dans des creusets chauffés au rouge blanc. Le charbon désoxydant la potasse, rendait libre le potassium, qui se volatilisait, et que l'on recueillait dans de l'huile de naphte, qui le préservait de toute altération par l'eau.

La préparation du potassium par le procédé de Brünner ne fournissait pourtant que de très-faibles quantités de produit, et ce métal curieux était toujours une rareté et un objet de grande valeur dans les laboratoires lorsque, vers 1855, M. Sainte-Claire Deville parvint à simplifier extraordinairement les préparations de potassium et celles de sodium.

Nous avons déjà fait connaître le procédé de M. Sainte-Claire Deville pour les préparations de sodium, et dit qu'il consiste dans un simple perfectionnement du procédé de Brünner. Au carbonate de soude, qui doit être décomposé par le charbon, comme dans le procédé du chimiste allemand, M. Sainte-Claire Deville ajoute de la craie. La craie, décomposée par la chaleur, fournit un dégagement de gaz acide carbonique, qui, se joignant au même gaz provenant de la décomposition du carbo-

nate de soude, facilite la volatilisation du potassium.

Grâce à ce procédé, le sodium et le potassium, qui valaient autrefois 800 francs à 1,000 francs le kilogramme, ne reviennent aujourd'hui, dans l'usine de Nanterre, qu'à 10 francs le kilogramme. Dans la Notice sur l'*Aluminium* publiée dans les *Merveilles de la science* (1), nous avons donné la description et la figure de l'appareil de M. Deville qui sert à préparer le sodium. Nous renvoyons donc nos lecteurs à cette Notice.

Ce que nous disons du sodium s'applique au potassium. Seulement le potassium n'est pas le métal que l'industrie a adopté. Le sodium étant plus facile à obtenir et moins altérable à l'air, c'est le sodium que l'on préfère pour les usages de l'industrie chimique.

Le grand emploi du sodium dans l'industrie, c'est, en effet, de servir à préparer l'aluminium. Quand on fait agir le sodium sur le chlorure d'aluminium, sous l'influence de la chaleur rouge, on décompose ce chlorure, il se forme du chlorure de sodium, et l'aluminium devient libre. C'est par ce moyen que l'aluminium, ce métal singulier et précieux, qui n'était au début qu'une curiosité de laboratoire, est devenu une matière assez commune, et dont l'usage est aujourd'hui répandu dans plusieurs industries, particulièrement dans l'orfèvrerie, l'optique et la fabrication des instruments de musique.

Nous terminerons en mettant sous les yeux du lecteur un tableau qui résume les diverses applications des deux alcalis dont nous venons de tracer l'histoire chimico-industrielle.

(1) Tome IV, pages 698-700.

Principales applications des soudes et des potasses.

USAGES SPÉCIAUX

DES SOUDES :	DES POTASSES :
Fabrication du sodium;	Fabrication du potassium.
Fabrication du bicarbonate de soude;	Verrerie de Bohême;
Fabrication du borax (borate de soude);	Cristal;
Préparation des tartrate, phosphate, et sulfite de soude;	Salpêtre et poudre;
Fabrication de l'aluminate de soude;	Alun;
Verrerie;	Chlorate de potasse;
Fabrication des glaces;	Prussiate de potasse;
Fabrication des savons durs;	Savons mous;
Fabrication de la soude caustique.	Silicate de potasse.
	Chamoisage des peaux;
	Fabrication des savons mous.

USAGES COMMUNS AUX SOUDES ET AUX POTASSES.

Verrerie;
Chlorures désinfectants ou hypochlorites;
Blanchiment des toiles;
Essais des tissus (fil, coton, soie, laine);
Eau seconde (solution de potasse ou de soude caustiques, pour enlever les vieilles peintures);
Dégraissage des laines;
Purification des eaux chargées de sulfate de chaux;
Essais acidimétriques.

Ce tableau synoptique, tiré en partie de la *Chimie* de M. Payen, montre le rôle immense que jouent dans l'industrie les potasses et les soudes.

Il faut ajouter que la soude tend à remplacer la potasse dans les usages restés communs aux deux alcalis, parce que, malgré tous les efforts tentés jusqu'à ce jour, la potasse ne peut pas être vendue au même prix que la soude factice produite par le procédé de Nicolas Leblanc.

FIN DES SOUDES ET DES POTASSES.

INDUSTRIE DU SEL

CHAPITRE PREMIER

L'INDUSTRIE DU SEL CHEZ LES ANCIENS. — EMPLOI DU SEL CHEZ LES ORIENTAUX, CHEZ LES ROMAINS ET CHEZ LES GAULOIS. — LES MARAIS SALANTS ACTUELS NOUS VIENNENT DES PEUPLES ANCIENS. — UN MARAIS SALANT DÉCRIT ET FIGURÉ PAR AGRICOLA, AU XVI[e] SIÈCLE.

Dans les Notices que nous consacrons aux sciences et à l'industrie, nous aimons à remonter à l'antiquité, pour y trouver le berceau des connaissances modernes. On s'imagine généralement que les sciences, l'industrie et les arts ne datent que de nos jours. C'est là une grande erreur. Cicéron a dit : « Rien de ce qui existe ne s'est produit tout d'une venue, chaque chose a eu son origine et ses accroissements successifs. » Pas plus que la philosophie et la morale, dont parle Cicéron dans ce passage, la science et l'industrie ne se sont formées tout d'un coup. Elles ont leur origine dans un passé souvent fort lointain, et il est toujours intéressant de remonter à cette origine première des sciences et des arts.

On s'aperçoit, quand on s'occupe d'études de ce genre, que les anciens s'étaient avancés beaucoup plus qu'on ne le croit dans le domaine scientifique et industriel. Nous avons vu, en parlant du verre, que le premier emploi de cette substance se perd dans la nuit des âges les plus ténébreux, puisque l'on est forcé de rapporter sa découverte à cette époque, véritable aurore de la civilisation humaine, qui porte le nom d'*âge du bronze*. Nous avons dit, dans la même Notice, que les Égyptiens excellaient dans la fabrication du verre, près de trois mille ans avant Jésus-Christ, et que les Romains ont exécuté avec le *verre doublé* des tours de force que ne peut reproduire l'industrie de nos jours. Nous avons vu l'art du potier, presque aussi vieux que l'humanité elle-même, donner ses premières œuvres à l'âge de la pierre, et exécuter des objets d'art dès l'époque du bronze. La céramique grecque a créé, 600 ans avant Jésus-Christ, les chefs-d'œuvre que tout le monde admire. Le siècle de Périclès vit éclore ces inimitables vases de terre décorés de peintures, qui sont regardés aujourd'hui comme le dernier mot de l'art, et que nos artistes contemporains recopient sans cesse, ne pouvant en imaginer de plus accomplis. Dans la Notice sur l'*Industrie du savon*, nous avons montré combien était fausse l'opinion universelle, qui fait dater de l'époque du Moyen âge la fabrication du savon, et qui lui assigne pour berceau, la ville de Savone, en Piémont. Nous avons prouvé que le savon se fabriquait chez les Romains et les Gaulois, et la preuve sans réplique que nous en avons donnée, ce sont les deux fabriques de savon qui furent découvertes dans le déblaiement de Pompéi, et qui renfermaient encore, auprès des cuves et du fourneau, du savon en nature. Il n'y a pas jusqu'aux soudes et potasses dont nous ayons retrouvé

la fabrication dans l'antiquité, puisque chez les anciens les cendres des plantes terrestres et marines étaient lessivées par l'eau, pour servir aux usages du blanchiment.

L'industrie du sel marin, qui va maintenant nous occuper, ne fera pas exception à cette règle.

Pour savoir en quoi consistait l'industrie du sel chez les anciens, il faut s'adresser à Pline. Le titre de l'ouvrage du célèbre écrivain latin, *Histoire naturelle* (*Historia naturalis*) ne donne pas une idée exacte de son contenu. Cet ouvrage n'est point, comme on se l'imagine généralement, un traité d'histoire naturelle, tel que nous le comprenons aujourd'hui, tel que l'ont écrit Buffon et Lacépède, c'est-à-dire traitant particulièrement des minéraux, des plantes et des animaux. L'*Histoire naturelle* de Pline est une véritable encyclopédie industrielle ; c'est l'exposé des connaissances que possédaient les anciens dans toutes sortes d'arts, d'industries et même de métiers. Ce recueil est le plus précieux que l'antiquité nous ait légué pour la connaissance des usages pratiques de l'ancienne société romaine, et s'il n'existait pas, une foule d'expressions techniques que l'on trouve dans les auteurs latins, n'auraient jamais pu être comprises ; un mystère profond cacherait pour nous le côté industriel des peuples latins.

Interrogeons, en conséquence, l'encyclopédie de Pline. Elle va nous dire ce que fut l'industrie du sel chez les anciens.

Le raisonnement seul, à défaut du texte d'aucun auteur, nous dirait que la fabrication du sel a dû être l'une des premières des inventions réalisées pour le bien-être de l'homme. Que le vent vienne à chasser un peu d'eau de mer dans une anfractuosité du rivage, le soleil boira bientôt le liquide, et en quelques jours apparaîtra un résidu salin. Qu'un petit étang en miniature, formé par le reflux de la mer, reste exposé pendant quelques mois à l'action des rayons solaires, l'eau s'évaporera, et finira par laisser un sel blanc et sapide. Le premier homme qui ramassa dans l'anfractuosité du rivage, ou sur le fond desséché de l'étang formé par le retrait de la mer, des cristaux de sel, et qui s'en servit pour relever le goût de ses grossiers aliments, celui-là fut le premier saunier, celui-là fut l'inventeur des marais salants !

Cela revient à dire que l'industrie du sel, comme celle du tissage, comme celle des poteries, comme celle de l'extraction des métaux, remonte nécessairement aux temps les plus anciens de la civilisation. Ce serait donc une vaine entreprise que de chercher en quel temps et chez quel peuple du monde cette industrie a pris naissance. Tout ce que l'on peut faire, c'est d'interroger les écrits des anciens, pour rechercher les premiers témoignages écrits qui se rapportent à ces opérations.

Il fallait que l'emploi du sel remontât bien haut chez les Romains, puisque Pline nous apprend qu'il existait à Rome une route qui s'appelait *Via salaria* (*route salée*), parce que les Sabins (peuple qui remonte aux premiers temps de Rome) faisaient venir leur sel par cette route.

Un des premiers rois de Rome, Ancus Marcius, fit au peuple une largesse de six mille boisseaux de sel. D'après un auteur latin, ce même roi Ancus Marcius se serait emparé, pour les exploiter pour son propre compte, de tous les marais salants qui existaient alors en Italie.

Pline entre dans beaucoup de détails sur les lieux d'où les Romains tiraient le sel, et sur les propriétés du sel selon les pays qui le fournissaient.

Presque tous les peuples de l'antiquité ont eu des marais salants. Dans l'île de Crète, sur la côte de l'Afrique et sur plusieurs points du littoral de l'Italie et de l'Ibérie (Espagne), on produisait du sel, dans

des marais salants qui ne devaient pas beaucoup différer de ceux de nos jours. On jugeait quelquefois nécessaire de joindre de l'eau douce à l'eau salée. La rapidité de l'évaporation dans les climats chauds, permettait ce mélange d'eau douce à l'eau de mer. Dans la Germanie, dans les Gaules et dans beaucoup de parties de l'empire romain, on retirait du sel des sources salées, comme on le fait aujourd'hui. Dans la Chaonie, en Épire (contrée de la Grèce septentrionale), on recueillait le sel en évaporant l'eau d'une source salée.

En Cappadoce (région de l'Asie Mineure), à Agrigente (en Sicile), à Pagases, en Thessalie (contrée de la Péninsule hellénique), on retirait de la terre le sel gemme, comme on le fait aujourd'hui. Aux Indes, dans la montagne Oromenus, on taillait le sel en blocs, comme on taille les pierres pour les retirer d'une carrière, et il existait, en ce pays, des monuments, des maisons bâties avec des pierres de sel taillé. En Égypte et en Arabie, on trouvait du sel gemme mélangé au sable. On avait remarqué qu'en certains points de l'Afrique, le sel apparaissait souvent dans l'intervalle d'une seule nuit, ce qui provenait d'une évaporation très-rapide de l'eau dans ce climat brûlant. Les Romains disaient alors que la lune avait fait naître le sel.

Les sources salées étaient exploitées, chez les anciens, pour la production du sel, comme elles le sont de nos jours. Il y avait dans la Bactriane (province de l'Asie, voisine de la Perse) deux sources salées dont les eaux servaient à cet usage. L'un de ces lacs salés était situé du côté de l'Asie, l'autre du côté de la Scythie. Des lacs salés existaient également dans les environs de Memphis, en Égypte, et dans l'île de Chypre. Les Égyptiens et les anciens Cypriotes retiraient le sel par l'évaporation spontanée des eaux de ces lacs salés.

Avec ces explications préliminaires, on va avoir la clef du passage suivant de l'*Histoire naturelle* de Pline, qu'il nous paraît utile de citer textuellement.

« Il y a, dit Pline, trois différentes espèces de sels. Dans la Bactriane sont deux grands lacs, l'un du côté de la Scythie, l'autre du côté de l'Asie, qui sont pleins de sel. Auprès de Citium, dans l'île de Chypre, et dans les environs de Memphis, on tire d'un lac le sel qu'on fait sécher au soleil. Ailleurs la surface des fleuves se condense en sel, tandis que le reste de l'eau coule sous cette croûte, comme sous la glace; telles sont, près des portes Caspiennes, les eaux nommées rivières de sel. On voit la même chose chez les Mardes et les Arméniens. De plus, dans la Bactriane, les fleuves Ochus et Oxus charrient beaucoup de sel des montagnes situées sur leurs bords. Il y a en Afrique des lacs troubles qui donnent du sel. Il y a même des sources chaudes qui en donnent, comme à Pagases. Voilà les espèces de sel qui proviennent spontanément des eaux.

Certaines montagnes produisent aussi du sel natif, comme, dans les Indes, l'Oroménus, où le sel se taille comme des pierres dans une carrière ; il se reproduit à mesure, et c'est pour les souverains la source d'un revenu plus considérable que l'or et les perles. On en tire encore de la terre, où il se forme, cela est évident, par la condensation du liquide; exemple : la Cappadoce. Là on le coupe par lames comme la pierre spéculaire ; les blocs sont très-pesants; on les appelle communément mica. A Gerrhes, ville d'Arabie, les remparts et les maisons sont construits avec des blocs de sels que l'on cimente en les mouillant. Le roi Ptolémée trouva le sel auprès de Péluse, dans un campement qu'il y fit.

D'après cet exemple, on en a recherché et trouvé entre l'Égypte et l'Arabie, dans les lieux arides, au-dessous du sable. On en rencontre également dans les déserts de l'Afrique, jusqu'à l'oracle d'Ammon ; là le sel croit pendant la nuit avec la lune. Quant à la Cyrénaïque, elle est célèbre par le sel ammoniac appelé ainsi parce qu'on le trouve sous le sable (ἄμμος, sable); il a la couleur de l'alun schiste, il est en longues aiguilles non très-brillantes, d'un goût désagréable, mais utile en médecine. On estime surtout celui qui est transparent, et dont les scissures sont en ligne droite. On rapporte sur ce sel un phénomène remarquable : très-léger dans l'endroit où il se forme, il augmente en poids, dès qu'il est exposé au grand jour, d'une manière à peine croyable. La cause en est évidente : la vapeur humide des excavations facilite, comme le ferait de l'eau, l'enlèvement de ce sel. On le sophistique avec le sel de Sicile, que nous avons appelé Cocanicus, et avec celui de Chypre, qui lui ressemble beaucoup. Dans l'Espagne citérieure, à Egélaste, on extrait un sel à blocs presque transparents et auquel, depuis longtemps, la plupart des médecins donnent la pré-

férence sur toutes les autres espèces. Tout lieu où l'on trouve du sel est frappé de stérilité et ne produit rien. Voilà tout ce qu'il y a de sels natifs.

Quant au sel factice, il est de diverses sortes. Le sel commun, et le plus abondant, se fait dans les salines avec l'eau de la mer qu'on y répand, non sans y faire arriver de l'eau douce, mais surtout avec le secours de la pluie et de beaucoup de soleil, sans quoi le sel ne sécherait pas. En Afrique, aux environs d'Utique, on forme des amas de sel semblables à des collines; quand ils se sont durcis par l'action du soleil et de la lune, l'eau ne peut plus les liquéfier, et c'est à peine si le fer les entame. Dans la Crète, cependant, on fait du sel sans eau douce; on se contente d'introduire l'eau de mer dans les salines. En Egypte, le sel est formé par la mer elle-même qui se répand dans le sol, où, je pense, le Nil a déposé un suc. Il se fait encore avec l'eau de puits qu'on amène dans les salines. A Babylone, le premier produit de la condensation est un bitume liquide semblable à l'huile, et dont on se sert même pour les lampes. Cette substance enlevée, le sel se trouve dessous. En Cappadoce, on introduit dans les salines de l'eau de puits et de fontaine. En Chaonie, on fait bouillir l'eau d'une fontaine, et par le refroidissement on obtient un sel faible qui n'est même pas blanc. Dans la Gaule et la Germanie, on verse de l'eau salée sur des bois enflammés.

« Dans une partie de l'Espagne, on tire des puits une eau appelée saumure, et on croit qu'il n'est pas indifférent de la verser sur tel ou tel bois : le meilleur est le chêne, la cendre qui en provient ayant par elle-même le goût de sel. Ailleurs, on recommande le coudrier. Ainsi, on verse de l'eau salée sur du bois, on change le charbon même en sel. Tout sel fait avec du bois est noir. Je trouve dans Théophraste que les Ombriens étaient dans l'habitude de faire bouillir dans de l'eau des cendres de roseaux et de joncs, jusqu'à ce qu'il ne restât plus que peu de liquide. On fait aussi recuire la saumure des salaisons, et quand tout l'humide est évaporé, le sel reprend sa forme. Le plus agréable est celui qui provient de la saumure de mènes.

« Parmi les sels extraits de la mer, le plus estimé est celui de Salamine, de Chypre; parmi les sels d'étangs, celui de Tarente et celui de Phrygie, qu'on nomme de Tatta; ces deux sels sont bons pour les yeux. Celui qu'on apporte de Cappadoce, dans des vaisseaux donne, dit-on, de l'éclat à la peau; celui que nous avons appelé de Citium en efface mieux les rides; aussi en frotte-t-on, avec de la nielle, le ventre après l'accouchement. Plus le sel est sec, plus il est salé. De tous, celui de Tarente est le plus agréable et le plus blanc. Au reste, plus le sel est blanc, plus il est friable.

La pluie adoucit toute espèce de sel; mais la rosée le rend plus agréable. Le vent d'aquilon en rend la formation plus abondante; il ne s'en fait pas par le vent du midi. La fleur de sel ne se forme que par les vents de l'aquilon. Le sel de Tragosa et le sel d'Acanthus, ainsi nommés du nom d'une ville, ne décrépitent ni ne pétillent au feu, non plus que l'écume et les raclures de sel, ni le sel très-fin. Le sel d'Agrigente résiste au feu, et décrépite dans l'eau. Il y a aussi des différences de couleur : rouge à Memphis, le sel est roux sur les bords de l'Oxus et pourpre à Centuripes. A Géla, en Sicile, il est si luisant, qu'il réfléchit les images des objets. En Cappadoce, on a un sel fossile, couleur de safran, transparent et de très-bonne odeur. Pour les usages médicaux, les anciens estimaient surtout le sel de Tarente; après celui-là, tous les sels marins, et, parmi ces derniers, principalement celui qui provient de l'écume de mer. Pour les maladies des yeux des bêtes de somme et des bœufs on se sert du sel de Tragosa et du sel de la Bétique (1). »

Comme on vient de le voir, les anciens accordaient des propriétés spéciales aux sels de différentes provenances. De tous les sels fournis par la mer, ceux de Salamine, en Égypte, étaient les plus estimés pour l'usage médical. Parmi les sels provenant des eaux des étangs, on recherchait les sels de Tarente et de Phrygie, pour le même emploi.

Les Romains appréciaient comme nous les qualités du sel pour les assaisonnements culinaires, et sous ce rapport la page suivante de Pline semble être écrite d'hier :

« Le sel sert de sauce, il excite l'appétit, il relève tous les aliments; et le fait est que, parmi les innombrables assaisonnements dont nous usons, le goût propre au sel domine toujours. En mangeant du *garum*, c'est encore la saveur du sel qu'on recherche. Bien plus, rien mieux que le sel ne donne appétit aux bêtes à cornes et bêtes de somme. Il augmente la quantité du lait, et donne meilleur goût au fromage. On ne peut donc vivre agréablement sans sel. C'est une substance tellement nécessaire, que le nom en est appliqué même aux plaisirs de l'esprit; on les nomme en effet *sales* (sels). Tous les agréments de la vie, l'extrême gaieté, le délassement du travail n'ont pas de mot qui les caractérise mieux. Il entre aussi pour quelque chose dans les honneurs et les rétributions militaires, puisque c'est du mot sel que vient le mot de *salaire*. Le sel était en grande estime chez les an-

(1) *Histoire naturelle* de *Pline*, traduction de Littré, t. II, pages 360-362, publiée dans la *Collection des auteurs latins*, de Dubochet, grand in-8°, Paris, 1850.



Fig. 314. — Un marais salant au XVIe siècle. Fac-simile d'une gravure de l'ouvrage latin d'Agricola (*de Re metallicâ*).

A, *mare* (mer). — B, *stagnum* (bassin). — C, *septum* (barrage). — D, *incilia* (rigoles). — E, *salinæ* (salines). — F, *rastrum* (râteau). — G, *batillum* (pelle).

ciens, comme on le voit par le nom de la *voie Salaria*, ainsi nommée parce que, en vertu d'une convention, les Sabins faisaient venir leur sel par cette voie. Le roi Ancus Marcius donna au peuple, dans un congiaire, six mille boisseaux de sel, et il fut le premier qui établit des salines. Varron rapporte que les anciens faisaient du sel un plat; et le proverbe nous montre qu'ils le mangeaient avec du pain. Mais c'est surtout dans les sacrifices que l'on voit l'importance du sel : il ne s'en fait aucun où l'on n'offre des gâteaux salés (1). »

Le sel marin jouait un grand rôle dans la médecine des anciens. Du moins, Pline insiste-t-il beaucoup sur ce genre d'appli-

(1) *Histoire naturelle de Pline*, page 362.

cation. On l'employait, non-seulement pour les maladies, où il doit en effet rendre des services, d'après ce que nous savons aujourd'hui, mais dans une foule d'autres affections.

« Le sel, dit Pline, est, pour le corps vivant, astringent, siccatif et resserrant. Il préserve même les cadavres de la putréfaction, les faisant ainsi durer pendant des siècles. En fait de propriétés médicales, il est piquant, échauffant, détersif, atténuant, résolutif; seulement il est mauvais à l'estomac, si ce n'est pour exciter l'appétit. On l'emploie contre les morsures des serpents, avec l'origan, le miel et l'hysope; contre le céraste, avec l'origan, ou la poix de cèdre, ou la poix ordinaire, ou le miel. Il est bon contre les scolopendres, à l'intérieur, dans du vinaigre; contre les piqûres des scorpions, à l'extérieur, dans de l'huile ou du vinaigre, avec un quart de graine de lin; contre les frelons et les guêpes, et autres insectes semblables, dans du vinaigre; contre les migraines, les ulcères de la tête, les pustules ou papules, et les verrues commençantes de cette partie, avec du suif de veau. On s'en sert pour les maladies des yeux, pour réprimer les excroissances qui se font sur ces organes et les végétations qui se forment sur tout le corps, mais spécialement les végétations des yeux; aussi le fait-on entrer dans les collyres et les emplâtres. Pour ces usages on recherche surtout le sel de Tatta ou de Caunus. Pour les ecchymoses des yeux, suite de coups, on emploie le sel avec quantité égale de myrrhe et de miel, ou avec de l'hysope dans de l'eau chaude, et on fomente la partie avec le salsugo. Pour cela on préfère le sel d'Espagne; et pour la cataracte on le brise avec du lait sur de petites pierres. On l'applique en particulier sur les contusions, enveloppé dans un petit linge; on renouvelle fréquemment cette application, qu'on fait avec de l'eau chaude. On le met dans de la charpie sur les ulcères de la bouche qui jette t; on en frotte les gencives tuméfiées. Égrugé bien fin, il dissipe les granulations de la langue. On dit que les dents ne se carient ni ne se gâtent si tous les matins, à jeun, on tient du sel sous la langue jusqu'à ce qu'il soit fondu. Il guérit les lèpres, les furoncles, le lichen, les affections psoriques, avec du raisin sec, dont on a ôté les pepins, du suif de bœuf, de l'origan, du levain ou du pain. Pour cela on se sert surtout du sel de Thèbes, que l'on choisit aussi pour les démangeaisons. Ce sel est bon encore avec du miel pour les amygdales et la luette. Tout sel est bon pour l'angine; mais, de plus, il faut en même temps faire des frictions sur les parties extérieures, avec de l'huile, du vinaigre et de la poix liquide. Le sel mêlé à du vin purge sans faire de mal. Bu dans du vin, il chasse les vers intestinaux. Tenu sous la langue, il permet aux convalescents de supporter la chaleur des bains. Mis dans des sacs et fréquemment humecté avec de l'eau chaude, il soulage les douleurs nerveuses, surtout aux épaules et aux reins. A l'intérieur et à l'extérieur, employé chaud dans ces mêmes sacs, il guérit les coliques, les tranchées et les douleurs des hanches; broyé avec de la farine dans du miel et de l'huile, il guérit la goutte. C'est surtout dans cette maladie qu'il faut mettre à profit la remarque d'après laquelle, pour le corps entier, rien n'est plus utile que le sel et le soleil; aussi voyons-nous que les pêcheurs ont le corps dur comme la corne; mais cette remarque ne pouvait être mieux placée qu'à propos de la goutte. Le sel enlève les cors aux pieds et les engelures. Pour les brûlures on l'emploie en topique ou on le fait manger, et il empêche le développement des ampoules. Pour les érysipèles et les ulcères serpigineux on s'en sert avec le vinaigre ou l'hysope; pour les carcinomes, avec l'uva aminia; pour les ulcères phagédéniques, grillé avec la farine d'orge; on applique par-dessus un linge trempé dans du vin. Chez les ictériques on en fait des frictions, avec de l'huile et du vinaigre, à côté du feu, jusqu'à ce qu'ils suent, pour les délivrer des démangeaisons qu'ils ressentent. On frotte les personnes lasses avec du sel et de l'huile. Beaucoup ont traité les hydropiques avec le sel, ont fait des onctions avec le sel et l'huile dans les ardeurs de la fièvre, et ont dissipé les toux invétérées en en mettant sur la langue. On l'a employé en lavement dans les coxalgies; on en a fait un topique pour les ulcères fongueux ou putrides. On l'applique sur les morsures des crocodiles, avec du vinaigre, dans des linges, de manière à engourdir préalablement la plaie. On le donne à l'intérieur, dans du vinaigre miellé, contre l'opium. Avec de la farine et du miel on l'applique sur les luxations et sur les excroissances de chair. Dans le mal de dents on en fait un collutoire avec le vinaigre, ou l'on frotte la dent douloureuse avec du sel et de la résine. Pour tous ces usages l'écume de sel est plus agréable et plus efficace. Mais toute espèce de sel est bonne dans les médicaments acopes (délassants), quand il s'agit d'échauffer, et dans les médicaments détersifs, quand il s'agit d'atténuer et de rendre plus lisse la peau. En topique, le sel guérit la gale des moutons et des bœufs : on le leur donne à lécher. On le jette avec la salive dans les yeux des bêtes de somme. Voilà ce que nous avons à dire sur le sel (1). »

Ainsi les marais salants ont existé chez les Romains, chez les Grecs et les Égyptiens, dans la Germanie et les Gaules, c'est-à-dire dans la plus grande partie de l'Europe; mais on ne saurait dire au juste comment opéraient les sauniers de l'antiquité pour

(1) *Ibid.*, pages 364-365.

obtenir un sel pur et sans amertume.

Les marais salants des anciens ne devaient pas toutefois différer beaucoup des nôtres. Leur sel de cuisine avait les mêmes qualités de fraîcheur, de sapidité et d'absence d'amertume qui distinguent celui de nos jours. Il faut donc admettre que les anciens sauniers savaient se débarrasser des sels amers, c'est-à-dire des sels magnésiens qui restent mêlés au chlorure de sodium après l'évaporation de l'eau de la mer. Nous pensons que, comme on le fait aujourd'hui, ils éliminaient les sels de magnésie par une simple exposition des tas de sel à l'air libre et à une pluie légère. Dans ces conditions, les sels de magnésie attirent l'humidité atmosphérique et s'écoulent, laissant le chlorure de sodium pur et sans amertume.

Des Romains, des Gaulois, des Germains et des habitants de l'Ibérie, l'art d'extraire le sel se transmit aux descendants de ces peuples. Les anciennes chroniques de notre pays nous montrent les marais salants établis en Normandie dès le VIIe siècle après Jésus-Christ. Un savant archéologue de Normandie, M. l'abbé Cochet, nous a appris dans un mémoire sur les *anciennes industries de la Seine-Inférieure*, publié en 1843, qu'il est fait mention des salines de Bouteilles, près de Dieppe, dans une charte du roi Childéric II, donnée à Saint-Lantberg, en 672.

Pendant les XIe et XIIe siècles, il existait des marais salants sur tout le plateau renfermé entre le cap de la Hève et la falaise d'Orcher, notamment à Granville, à Harfleur, à l'Heure et même à Monville. Jusqu'au XVIIIe siècle il y eut des marais salants autour du Havre, là où existaient naguère les fossés et les fortifications de la ville. Mais les marais salants les plus importants de la Normandie étaient ceux de Bouteilles, près de Dieppe, que nous venons de citer comme existant dès le VIIIe siècle. Ces marais salants acquirent leur plus grande importance pendant les XIe et XIIe siècles. Il est établi que jusqu'au XIVe siècle la mer arrivait à Bouteilles, puisque des nefs remontaient jusqu'à ce point, pour y prendre des charges de sel.

On ne saurait fixer, tant elle est ancienne, l'époque où, pour la première fois, furent créées les salines du Portugal, non plus que les mines de sel gemme et d'argiles salifères de l'Angleterre, et les sources salées de l'Allemagne. C'est au XIIIe siècle que le sel gemme fut extrait pour la première fois des mines de Wieliczka, en Pologne.

Il n'y eut donc aucune interruption depuis l'antiquité jusqu'à nos jours dans l'art d'extraire le sel de ses sources naturelles. Tout porte à croire que nos sauniers modernes de l'Océan et de la Méditerranée exercent une industrie qui s'est transmise, sans grand changement, de génération en génération, depuis les Gaulois jusqu'à nous.

Le seul document exact que nous puissions citer, concernant la manière dont le sel était extrait chez les peuples qui nous ont précédés, est un chapitre du célèbre traité de Georges Agricola, le plus ancien des écrivains minéralogistes. Dans son ouvrage *De re metallicâ* (*Science des métaux*), Agricola consacre un chapitre (le XIIe) à la description des opérations qui servent à retirer le sel des eaux de la mer, ainsi que des sources salées. Des gravures sur bois accompagnent presque chaque page de ce livre, publié pour la première fois à Leipzig, en 1546, ce qui montre, pour le dire en passant, que l'illustration des ouvrages scientifiques au moyen de gravures sur bois, ne date pas d'hier. Ces dessins, malgré leur perspective naïve, sont extrêmement précieux pour l'histoire de la métallurgie et de la chimie. Ceux qui nous intéressent, comme se rapportant à l'extraction du sel, sont nombreux. Ils ne concernent pas seulement l'extraction des eaux de la mer, mais ils se rapportent également à l'extraction, par évaporation, des eaux des sources et fontaines salées.

Nous reproduisons ici, d'après l'édition de 1657 (fig. 344, page 537), le dessin de l'ouvrage d'Agricola qui se rapporte spécialement aux marais salants. On y voit résumé tout le travail de l'extraction du sel des eaux de la mer. Le réservoir (B) et l'écluse (C) qui amènent par des rigoles, D, l'eau de la mer (A) dans l'enceinte de divers bassins divisés en compartiments (E, E), et les hommes qui tirent le sel une fois l'évaporation terminée par l'action des rayons solaires.

Après avoir décrit avec beaucoup de soin la manière de construire les bassins évaporatoires au bord de la mer, ainsi que les canaux et rigoles amenant l'eau dans ces bassins, Agricola (nous traduisons à grands traits) ajoute :

« Tout cela étant bien préparé et l'écluse étant fermée, on débouche l'ouverture du réservoir qui contient l'eau de mer, pure ou mélangée d'eau de pluie ou de fleuve, et de cette manière toutes les rigoles se remplissent. Ensuite on ouvre la première vanne qui donne accès à ces eaux dans le premier bassin. Pendant que le sel se concentre, l'eau se dépouille des substances terreuses. Alors on introduit cette même eau dans le bassin suivant, jusqu'à ce que, par l'ardeur du soleil, l'eau dans ce bassin s'épaississe et dépose du sel. Bientôt après on ouvre l'ouverture qui amène ces eaux dans le bassin qui suit. Quand elles y sont restées un certain espace de temps, on ouvre le dernier canal qui les amène dans un troisième bassin, dans lequel enfin toute l'eau se change en sel. Quant aux premiers bassins qu'on a vidés, on les remplit de nouvelle eau de mer. Le sel est détaché du sol avec des râteaux de bois, et enlevé avec des pelles (1). »

Après cette description des marais salants, Agricola consacre une douzaine de planches et plusieurs pages de texte à représenter la manière d'extraire le sel des fontaines salées qui existent en différentes parties de l'Allemagne. Les personnes qui désirent se renseigner sur l'histoire de la métallurgie et de la fabrication des produits chimiques au Moyen âge et à la Renaissance, consulteront avec fruit ces curieuses pages et ces dessins non moins curieux.

(1) Georgii Agricolæ, *De re metallicâ*, libri XII, in-4°, Basileæ, 1657, pag. 440, lib. XII.

Il faut ajouter, pour terminer cet historique, que c'est en Allemagne, en 1559, que fut imaginé par un médecin, nommé Mathieu Abith, l'artifice qui consiste à activer l'évaporation des eaux des sources salées, en les faisant tomber en une pluie qui se divise successivement sur de grands amas de fagots et d'épines qu'elles rencontrent dans leur chute, ce qui produit une évaporation sans dépense de calorique. Le premier *bâtiment de graduation*, — tel est le nom de cet appareil d'évaporation économique, — fut établi en Allemagne, dans le parc de Mersebourg.

CHAPITRE II

DISTRIBUTION DU SEL A LA SURFACE DU GLOBE : LE SEL GEMME, LES SOURCES ET FONTAINES SALÉES, LES EAUX DE LA MER ET LES LACS SALÉS. — PRINCIPAUX GISEMENTS DU SEL GEMME. — SON ORIGINE GÉOLOGIQUE. — EXTRACTION DU SEL GEMME PAR DES GALERIES DE MINES. — LES SALINES DE WIELISKA ET DE BOCHNIA EN GALICIE. — LEUR DESCRIPTION.

Prenez un fragment de sodium métallique, et plongez-le dans un flacon plein de chlore gazeux, il y aura aussitôt, et par le fait de la combinaison de ces deux corps, dégagement de chaleur et de lumière, et le flacon restera tapissé d'une poudre blanche, soluble dans l'eau et cristallisant en cubes. C'est là le produit que les chimistes désignent sous le nom de *chlorure de sodium*, ce qui veut dire, en français, combinaison de sodium et de chlore.

Le chlorure de sodium est répandu sur notre globe avec une prodigieuse abondance. Disons tout de suite que chaque litre de l'eau de mer en contient en moyenne 25 grammes, et nous donnerons ainsi une idée exacte de la masse énorme de ce produit que recèle notre planète.

Mais on ne trouve pas seulement le chlo-



Fig. 345. — Carrière de sel gemme à ciel ouvert à Cardone, en Catalogne (Espagne).

rure de sodium dans le sein des mers. Un grand nombre de lacs, de fontaines salées d'eaux minérales, en renferment des quantités considérables. Enfin, dans les terrains secondaires, et même quelquefois dans les terrains tertiaires, on rencontre des masses extrêmement puissantes de chlorure de sodium solide. Ce minerai naturel est désigné sous le nom de *sel gemme*, quand le sel est pur, et d'*argile salifère* quand il est mélangé d'argile.

Pour extraire le sel destiné à la consommation de l'homme, l'industrie peut donc s'adresser, — et elle s'adresse en effet, selon les localités, — à quatre sources différentes, à savoir :

1° Au sel gemme, ou chlorure de sodium existant à l'état de roche, à l'intérieur du sol de certains pays ;

2° Aux eaux des sources salées qui ont emprunté leur sel à des mines profondes de sel gemme ;

3° Aux eaux de la mer ;

4° Aux lacs ou étangs salés.

Nous allons parcourir chacune de ces sources d'exploitation.

Le chlorure de sodium natif, ou *sel gemme*, se rencontre dans les terrains secondaires, dans les terrains de transition, et dans quelques étages des terrains tertiaires, en d'autres termes, dans tous les terrains, sauf dans les terrains primitifs et quaternaires, ou modernes.

D'où provient le chlorure de sodium, et comment peut-il se trouver enfoui dans les profondeurs du globe? Le sel gemme a deux origines géologiques, et chacune

d'elles est parfaitement reconnaissable à la disposition des couches salifères. Dans les terrains secondaires, particulièrement dans le *trias* et surtout dans l'étage connu sous le nom de *marnes irisées* et de *keuper*, il provient de l'évaporation des eaux des mers anciennes. Il est par conséquent contemporain des terrains au milieu desquels on le rencontre. Il se présente alors, en effet, sous la forme de couches régulièrement surperposées, qui indiquent un dépôt marin et qui datent de la même époque que le terrain qui l'avoisine.

Mais dans les terrains tertiaires le chlorure de sodium ne forme pas des couches régulièrement stratifiées; il constitue des amas assez semblables aux filons métalliques. Il faut, dans ce cas, rapporter l'origine du sel gemme, comme celle des minerais qui remplissent les filons, à une irruption intérieure, à une éjection de substances venues de terrains plus profonds, et qui, se faisant jour du haut en bas, sont venues remplir des fractures accidentelles, des vides, des *failles*, comme disent les géologues, qui s'étaient produits dans la masse intérieure du globe.

Les gisements de sel gemme en couches stratifiées existent en France, dans le département de la Meurthe, à Vic et Dieuze, et en Angleterre, dans le Cheshire, le Worcestershire, etc.

Les gisements de sel gemme en amas sont plus fréquents. On les reconnaît en ce qu'ils ne font pas partie de la stratification des terrains, mais coupent obliquement ces couches, lesquelles sont souvent forcées de se plier, de se contourner autour de ces amas. A cette catégorie appartiennent le sel gemme de Bex, en Suisse, qui se voit dans la partie supérieure du *lias;* — celui de Salzbourg, qui existe dans le calcaire jurassique; — celui de Cardone, en Catalogne (Espagne), qui est enclavé dans la craie; — celui d'Orthez (Basses-Pyrénées); — enfin celui de Wieliska et de Bochnia, qui appartiennent aux terrains tertiaires.

Le sel gemme est quelquefois d'une grande pureté. Tel est celui de Wieliska, en Pologne, et de Cardone, en Espagne. Mais le plus souvent, il est mélangé à de l'argile, à du plâtre ou à de la craie.

Selon son état de pureté, et aussi selon la facilité qu'on a à l'atteindre, on exploite le sel gemme par deux méthodes différentes :

1° Par l'extraction directe, au moyen des galeries de mines, comme à Vieliska, en Pologne, et à Cardone, en Espagne;

2° Par dissolution, c'est-à-dire en faisant descendre de l'eau dans le terrain salé pour dissoudre le chlorure de sodium, et en faisant remonter, au moyen de pompes, la dissolution au niveau du sol, pour l'évaporer dans des chaudières. Nous avons à parcourir ces deux modes d'exploitation.

Exploitation du sel gemme par des galeries de mines. — Quand le sel gemme est assez pur pour pouvoir être livré immédiatement à la consommation, on l'extrait des profondeurs du sol, comme on extrait les moellons d'une carrière de pierres à bâtir. C'est là, d'ailleurs, un cas assez rare. Il se présente à Cardone, dans la province de Catalogne (Espagne), en Galicie (ancienne Pologne), le long des monts Karpathes, à Bochnia et à Wieliska, ainsi qu'à Stassfürt, en Prusse.

Les gisements de sel gemme à Cardone (Espagne), se trouvent dans la craie et affleurent la surface du sol, circonstance unique en Europe. Ce sel est en couches stratifiées, et forme deux masses, dont chacune a une longueur de 1 kilomètre 1/2 environ. Il est tantôt blanc, tantôt rose, et quelquefois coloré en bleu tendre. Son exploitation se fait à ciel ouvert. On y taille des gradins successifs, de sorte qu'après une longue exploitation, la montagne est transformée

en une sorte de gigantesque escalier. C'est ce que montre la figure 345.

C'est dans les salines de Wieliska, que nous allons trouver l'exemple le plus remarquable de l'extraction du *sel en roche*.

Sur la rive droite de la Vistule, à deux lieues de Cracovie, dans la Galicie, qui faisait autrefois partie de la Pologne et qui est une des possessions actuelles de l'Autriche, se trouve Wieliska, petit centre industriel de 4,000 habitants. La ville est bâtie au fond d'une profonde vallée ; les salines sont au-dessous du sol même de la ville.

L'exploitation du sel gemme à Wieliska et à Bochnia remonte à plus de six siècles, car cette mine, découverte pour la première fois en 1044, fut mise en exploitation régulière au XIIIe siècle, et cette exploitation n'a jamais été interrompue. Aujourd'hui les travaux ont atteint une longueur de 2,780 mètres dans la direction de l'est à l'ouest, de 760 mètres dans la direction nord-sud, sur une profondeur de 260 mètres. Les galeries d'exploitation, en les supposant prolongées en ligne droite, formeraient une longueur de 170 lieues (680 kilomètres). Ces galeries sont mises en communication avec la surface du sol par onze puits, dont sept sont utilisés pour l'extraction proprement dite.

Le sel se présente, tantôt en masses, tantôt en couches allongées, renfermées dans une gangue, composée d'une marne argileuse.

D'après ses propriétés différentes, le sel de la mine de Wieliska forme trois sortes principales. Dans les parties supérieures du gisement, le sel se présente sous forme de rayons, dont le volume varie entre 1 mètre et 2,000 mètres cubes, et qui sont entourés de couches d'argile et de sable : c'est le *sel vert* (*grünsalz*). Ce sel est à gros grains d'une coloration gris-verdâtre et contient de l'argile intimement mélangée. Immédiatement au-dessous se trouve une seconde espèce, qu'on désigne sous le nom de *spizasalz*, et qui forme des couches de 2 à 15 mètres d'épaisseur, sur 40 à 60 mètres de longueur et de largeur. Ce sel renferme un grand nombre de pétrifications, de débris de plantes et une forte proportion d'argile (jusqu'à 15 pour 100 de son poids). Il est à petits grains et d'une couleur sombre. La troisième espèce, qui porte le nom de *Schibikersalz*, se compose de couches horizontales allongées, de 1 à 8 mètres d'épaisseur, de 38 mètres de largeur sur une longueur variant de 500 à 800 mètres. Ce dernier sel est d'un grain moyen, presque blanc et très-pur, car il ne contient guère que 2 pour 100 d'argile et de sulfate de chaux.

Les salines de Bochnia furent découvertes en 1251. La légende attribue cette découverte à sainte Cunégonde, princesse hongroise, épouse du duc Boleslas V. Il est probable que cette princesse joua un rôle plus prosaïque, et qu'elle se borna à amener en Pologne des mineurs hongrois. Les exploitations régulières de sel de Bochnia remontent à l'an 1442.

Les salines de Bochnia sont moins considérables que celles de Wieliska. Le produit des unes et des autres, sous le gouvernement polonais, s'élevait, selon Moczinsky, à dix millions de florins de Pologne, dont les frais absorbaient les neuf dixièmes. Après les améliorations faites sous le gouvernement autrichien, ces salines donnèrent un produit plus considérable.

Les mines de Wieliska étaient exploitées, avons-nous dit, dès le XIIIe siècle. Au XIVe siècle, le roi de Pologne, Casimir le Grand, établit de sages règlements pour leur administration, de sorte que sous son règne, elles devinrent très-productives.

En 1656, les Suédois et les Russes ayant envahi la Pologne, le roi de Pologne sollicita l'appui de l'empereur Léopold d'Autriche. Ce dernier consentit à envoyer des

troupes au secours des Polonais, à la condition qu'on lui payerait une indemnité. Mais les finances polonaises étant épuisées, le tribut ne put être versé, et l'empereur Léopold s'empara, à titre de garantie, des mines de Wieliska. L'Autriche conserva ce gage jusqu'au siége de Vienne par les Turcs, en 1683. Pour prix du secours qu'on lui demandait, le roi de Pologne Sobieski demanda à l'Autriche la restitution des mines de sel. Le contrat fut loyalement exécuté et l'Autriche échappa à l'attaque de ses voisins.

Cela n'empêcha pas, quatre-vingt-neuf ans plus tard, c'est-à-dire en 1772, l'Autriche, ingrate envers le pays qui lui avait fourni un si puissant secours, de prendre part au démembrement de la Pologne. L'Autriche reçut en partage les mines de Wieliska.

De 1809 à 1825, l'Autriche fut forcée, par le traité de Schœnbrunn, de céder la moitié des revenus de ces salines au grand-duché de Varsovie; mais elle en reprit l'entière possession par le traité de Vienne, et elle les possède encore aujourd'hui.

La hauteur considérable des anciennes chambres des mines de Wieliska a donné beau jeu à la fantaisie artistique des anciens directeurs de l'exploitation. Ces mines sont aujourd'hui une longue succession de souterrains immenses, et de labyrinthes infinis, une véritable ville souterraine, avec ses rues, ses places publiques, ses cabanes pour les familles d'ouvriers. Beaucoup de galeries sont plus hautes et plus larges que nos églises. Quand la lumière des torches se reflète sur les murs, composés de sel, tantôt d'une éblouissante blancheur, tantôt d'une belle couleur rose, elle produit des effets magiques. On se croirait dans un des palais enchantés des *Mille et une Nuits*.

Onze puits ont été creusés dans ce terrain jusqu'à ce jour. Plusieurs atteignent la profondeur de 230 mètres. Deux sont pourvus d'escaliers, pour la descente des mineurs, et deux autres servent à l'extraction des blocs de sel au moyen d'un manége servi par des chevaux. Les niveaux des galeries sont au nombre de cinq et les étages superposés sont supportés par des piliers et des galeries. Les chambres pour l'extraction des blocs avaient autrefois jusqu'à 50 mètres de hauteur et même plus; mais on leur donne aujourd'hui des dimensions beaucoup moindres.

On entre dans la mine par un puits dans lequel Auguste III, roi de Pologne, fit construire un magnifique escalier tournant, composé de 476 gradins en bois, enclavés dans les parois de briques et de pierres de taille.

Le voyageur s'égarerait infailliblement s'il pénétrait sans guide dans cet enchevêtrement de grottes, de passages et de magasins. On a calculé que, pour tout voir et tout visiter dans ce sombre séjour, il faudrait y passer un mois, en marchant huit heures par jour.

Au premier étage, on trouve une chapelle creusée dans la mine, et qui ne se compose que de sel. L'autel, les statues, les colonnes, la chaire, les ornements, tout est en sel. On rencontre au second étage, un lac de 170 mètres de long, et profond d'une douzaine de mètres, formé par les infiltrations de l'eau dans l'épaisseur de la saline. Le visiteur, quand il le désire, peut monter dans une barque et parcourir les rives de ce lac souterrain. La lueur des torches perçant à peine l'épaisseur des ténèbres, la barque qui glisse en silence sur les eaux immobiles, les coups de pioche qui retentissent sourdement aux alentours, les explosions de la poudre qui se font entendre par intervalles et qui font éclater des quartiers de sel, frappent l'imagination des impressions les plus étranges.

Bien que les rayons du soleil ne pénètrent jamais dans ces carrières, leur température est douce; un air frais et tiède y circule sans cesse. Le séjour des mines n'altère

Fig. 346. — Vue des travaux souterrains dans les mines de sel de Wieliska, en Gallicie.

point la santé des ouvriers, qui n'y passent d'ailleurs, que huit heures par jour. Les chevaux qu'on emploie pour manœuvrer le manége, y demeurent jusqu'à ce qu'ils ne puissent plus travailler; alors on les hisse au jour, la lumière les aveugle et c'est leur fin.

Le nombre des ouvriers employés aujourd'hui dans les mines de Wieliska est de 700 à 800, et celui des chevaux de 400. Les frais de main-d'œuvre ne s'élèvent jamais à plus de 3 francs pour 100 kilogrammes de sel, dont le prix varie de 6 à 12 francs les 100 kilogrammes.

Les ouvriers travaillent à la lueur des lampes. Ils se servent, pour détacher le sel, de pioches, de ciseaux et de maillets. On enlève souvent des masses de sel en prismes carrés de 2 à 3 mètres de côté, et de près d'un mètre d'épaisseur. On est quelquefois parvenu à en détacher qui avaient 40 mètres et même 45 mètres de longueur. Les ouvriers s'acquittent de leur travail avec assez de facilité. Par le son que rendent les masses, ils connaissent le moment où elles vont se détacher; et alors ils pourvoient à leur sûreté. Les blocs se roulent sur des cylindres de bois, jusqu'aux points qui descendent dans les galeries. Là, ils sont élevés par des manéges tournés par douze à quinze chevaux. Quant aux petits morceaux, on les met dans des tonneaux, et on les roule jusqu'au bas du puits d'extraction.

On a fait des excavations si prodigieuses dans le fond de ces mines, pour en retirer le sel, qu'on y voit des cavités qui seraient assez vastes pour contenir plusieurs milliers d'hommes. Ces cavernes immenses servent de magasins pour les tonneaux et d'écuries pour les chevaux.

On trouve quelquefois des creux qui sont remplis d'eaux chargées de sel. Lorsqu'on a épuisé ces eaux, les parois de ces cavités restent tapissées de cristaux qui présentent l'aspect le plus curieux.

Les mines de sel de Wieliska sont une des merveilles naturelles du globe. Pas un touriste ne traverse la Gallicie sans les visiter. Si le lecteur veut nous suivre, nous allons entreprendre avec lui cette excursion, d'après les récits des naturalistes et des voyageurs qui nous ont transmis le résultat de leurs remarques ou de leurs impressions.

Nous invoquerons d'abord le témoignage du naturaliste Beudant. Dans son *Voyage en Hongrie*, publié en 1821, Beudant a fait une description intéressante des salines de Wieliska.

Au lieu de descendre dans les mines par l'escalier tournant construit par Auguste III, dans le puits dit *de Lezo*, Beudant descendit par le puits de *Danielowitz*, c'est-à-dire par le grand puits d'extraction, parce qu'on arrive plus tôt par cette voie que par l'escalier. Ce puits a 3 mètres de diamètre à son ouverture, mais il s'élargit considérablement à sa partie inférieure; il a 64 mètres de profondeur jusqu'à la première galerie. Arrivé là, on descend dans la mine au moyen de larges escaliers.

La manière dont on descend dans ce puits d'extraction, est d'ailleurs assez effrayante dans sa simplicité. Beudant la décrit en ces termes :

« Dans nombre de mines que j'ai visitées, j'étais souvent descendu assis ou debout sur le bord de la tonne aux minerais, tenant d'une main un câble et de l'autre une lampe. Cette méthode peut déjà paraître assez effrayante aux personnes qui n'y sont pas habituées; mais celle de Wieliska ne l'est guère moins, et, de plus, elle est assez singulière. On attache à un nœud du câble un certain nombre de cordes, suivant le nombre des personnes qui doivent descendre. Chaque corde, pliée en deux, comme une balançoire, porte dans le bas une petite sangle qui doit servir de siége, et une autre qui forme un petit dossier; il en résulte une espèce de petit fauteuil aérien, sur lequel on se place. Pour s'y asseoir, on tire une corde au bord du puits, et lorsqu'on y est bien arrangé, on laisse la masse reprendre la verticale; on reste alors suspendu au milieu du gouffre jusqu'à ce que tout le monde se soit placé; il en résulte un paquet d'hommes en manière de lustre, qui est d'autant plus singulier, que chacun porte une bougie à la main. S'il y a un

grand nombre de personnes à descendre, on fait plusieurs paquets les uns au-dessus des autres. Les chevaux marchent, et en très peu d'instants on arrive au bas du puits, où l'on est reçu par les mineurs (1). »

Au premier étage de la mine on admire la grandeur et la propreté des galeries et des voûtes. Dans ces galeries on trouve des chapelles et des autels taillés dans le sel, et ornés d'un crucifix ou de quelque image de saint, devant lequel brûle continuellement une lampe. La chapelle de Saint-Antoine a 30 pieds de hauteur. Certaines chambres sont aussi vastes qu'une grande église. Quelques-unes servent de magasins pour les tonneaux pleins de sel, d'autres pour le fourrage; dans d'autres, on loge des chevaux. Dans quelques parties où l'eau a pénétré, le pavé et les parois sont couverts de cristaux de sel entassés les uns sur les autres par milliers, dont plusieurs pèsent 500 grammes et plus, et qui produisent des effets lumineux très-brillants quand on en approche des flambeaux.

Dans la chapelle de Sainte-Cunégonde, on voit la statue en sel du roi Auguste III. Ici, ce sont des terrasses taillées au bord des excavations ou des portes figurant l'entrée d'un château fort, un obélisque rappelant la visite de l'empereur François, toutes construites régulièrement avec des blocs de sel. Ailleurs, ce sont des inscriptions qui rappellent la présence des souverains; des radeaux ornés sur lesquels ils ont parcouru les amas d'eau ou lacs de la mine; des peintures muettes, dédiées par la vénération des ouvriers, aux patrons des travaux.

On rencontre à chaque pas des traces des magnifiques illuminations qui ont eu lieu à diverses époques, au milieu de ces profondeurs, à l'occasion de visites de souverains ou de grands personnages. Quand un prince allemand, un électeur, un roi de Pologne, venait visiter les mines, les galeries étaient décorées avec richesse et illuminées d'une façon splendide. Des glaces, des lustres, des drapeaux, ornaient la vaste salle qui sert aux réceptions solennelles. Dans cette vaste pièce, des colonnes de sel supportent une estrade où on logeait un orchestre, destiné à répandre des flots d'harmonie sous ces voûtes sonores.

Les accidents sont rares dans les mines de Wieliska, grâce aux précautions que l'on a prises pour les prévenir.

D'espace en espace, on laisse de gros piliers de sel, pour soutenir le poids des terres: en 1745 beaucoup de ces piliers s'écroulèrent, et il y eut un effondrement considérable. Beaucoup d'échafaudages sont en bois; en 1644 et 1696, le feu prit à ces échafaudages, et il fallut beaucoup de temps pour arrêter l'incendie.

Un autre incendie, qui avait précédé celui dont nous venons de parler, fut signalé par un trait de dévouement remarquable. C'était en 1510, le feu avait été mis aux échafaudages par la méchanceté d'un ouvrier. Les hommes et les chevaux qui se trouvaient dans la mine, avaient péri, étouffés par la fumée, et le feu gagnait les galeries. Aucun des ouvriers de service n'ayant osé descendre, le chef des travaux, nommé Cochileski, se précipite dans le goufre. Mais bientôt il tombe sans connaissance, et il aurait péri, si son vieil ami, Séverin Betmann, directeur des mines, âgé de 70 ans, ne se fût, à son tour, élancé dans la fournaise, et ne l'eût rappelé à la vie. Les efforts réunis de ces deux hommes arrêtèrent le progrès des flammes.

Dans notre siècle, en 1858, l'eau envahit une partie des galeries. Il fallut de longs et pénibles travaux pour murer la partie occupée par les eaux et la séparer du reste de l'exploitation, mais enfin on y parvint.

On peut estimer le produit annuel du sel des mines de Wieliska et de Bochnia, à environ 100 millions de kilogrammes, dont les frais d'exploitation, à un demi-florin de Vienne par 50 kilogrammes, s'élèvent à un

(1) *Voyage en Hongrie*, in-4°, Paris, 1821.

million de francs. Les quatre sortes de sel que l'on exploite, se vendent sur les lieux 3, 5, 6 et 12 florins le *cetnazi*. En évaluant cette mesure à 4 florins seulement, le produit brut s'élèvera à 8 millions de florins ou de francs, et le produit net à 7 millions de florins.

La ville de Wieliska est toute minée. Les galeries s'étendent même bien au delà de l'emplacement de la ville.

La *Revue britannique* a publié un récit assez curieux d'une excursion qui fut faite en 1833 dans la mine de sel de Wieliska par un voyageur anglais, le capitaine Bathurst. Comme cette relation a été plusieurs fois citée d'une manière incomplète, nous croyons devoir en donner le texte exact.

« Je ne voulais pas, dit le capitaine Bathurst, quitter Cracovie sans aller visiter les fameuses mines de sel, à Wieliska. Un seul obstacle s'y opposait : la présence de ma femme ; mais lorsqu'elle connut mon intention, elle me témoigna le désir de me suivre, accompagnée de ses deux enfants. Je refusai d'abord, mais je cédai bientôt à ses instances.

« Nous partîmes enfin, et après un court trajet nous nous trouvâmes aux portes de Wieliska. C'est une petite ville située au milieu d'une jolie vallée, au pied d'une des chaînes des monts Karpathes. Wieliska n'était autrefois qu'un amas de hameaux; mais insensiblement, grâce aux richesses que répand dans le pays l'exploitation des mines, il est devenu l'un des bourgs les plus fashionables du district. Les salines y furent découvertes vers le milieu du XIIIe siècle, sous le règne de Boleslas V, roi de Pologne. Casimir le Grand régla leur exploitation, et depuis cette époque, ces salines ont été une source inépuisable de richesses pour ce pays.

« A notre approche, un des mineurs nous demanda la permission de nous servir de guide; nous l'acceptâmes volontiers. « On peut descendre dans ces salines, nous dit-il, par deux voies différentes, par un escalier de plus de quatre cents marches, ou à l'aide d'une corde; laquelle vous plaît-il d'employer? Demandez plutôt à madame, repris-je en regardant ma femme, qui paraissait fort embarrassée du choix. » Elle aurait mieux aimé, sans doute, descendre par l'escalier et se ménager de temps en temps de petits repos : cependant, à ma grande surprise, elle opta pour le câble.

« Aussitôt, on nous affubla de longues tuniques blanches pour préserver nos vêtements et nous garantir de l'humidité; puis, nous nous avançâmes sous une espèce de hangar où nous attendaient deux petits garçons, une lampe à la main. Dès qu'ils nous virent arriver, ils découvrirent l'ouverture par où nous devions descendre, et ramenèrent à eux un câble d'une grosseur prodigieuse, fixé au-dessus de nos têtes à un cylindre sur lequel il se déroulait. Je fis asseoir ma femme et mes deux enfants sur l'un des siéges disposés le long du câble, en ayant soin toutefois de les attacher à la corde par-dessous les aisselles. Dès que nous fûmes tous assis, visiteurs et conducteur, à la faible lueur de deux petites lampes, nous nous laissâmes plonger dans les profondeurs de l'abîme. La corde se déroulait avec rapidité; à mesure que nous descendions, il me semblait que la vitesse redoublait, tant la colonne d'air que nous déplacions soulevait avec violence nos vêtements. Notre descente ne fut pas de longue durée ; en moins de deux minutes, nous touchâmes au fond; là, un groupe de mineurs vint nous souhaiter la bienvenue, et nous aida à nous dégager de nos siéges et de nos attaches. Je reconnus ce service et cet empressement par quelques pièces de monnaie, et nos hôtes se dispersèrent pour retourner à leurs travaux; il ne resta auprès de nous que notre conducteur Klakowiez et les deux petits garçons qui nous éclairaient. Jusqu'ici, accoutumée à la clarté d'un jour brillant, ma rétine n'avait pu se dilater assez pour me laisser apercevoir le monde nouveau où j'étais descendu. Mais bientôt il me fut permis de contempler la beauté de ces voûtes épaisses qui se prolongeaient à une distance immense, et que mon œil ne pouvait sonder.

« Nous traversâmes de grandes salles, de larges corridors, où le silence n'était interrompu que par le bruit des outils et le chant de quelques ouvriers dispersés çà et là. Nous arrivâmes dans une salle assez spacieuse, à l'entrée de laquelle était la statue d'Auguste II, roi de Pologne, de grandeur naturelle et faite d'un seul bloc de sel. « Nous voici dans la chapelle, nous dit Klakowiez. » Nous étions, en effet, dans un petit temple consacré au culte papiste. Au fond était un autel d'un beau travail; sur un des côtés, une chaire magnifique, et tout autour de la nef des colonnes sans nombre; la voûte s'élevait trop au-dessus de notre portée pour que les lampes pussent l'éclairer. A droite et à gauche, nous remarquâmes des statues de sel rose qui représentaient deux enfants de chœur, comme on en voit dans les églises catholiques. « Cette espèce de sel est devenue très-rare aujourd'hui, me dit Klakowiez, en tirant de sa poche une boite qu'il remit à ma fille; j'espère, ajouta-t-il aussitôt en souriant, que vous voudrez bien accepter pour mademoiselle ces petits bijoux, qui n'ont de valeur que par la rareté de la matière avec laquelle ils sont faits. » Emma remercia et s'empressa d'ouvrir la boite, où

elle trouva un collier et une paire de boucles d'oreilles de sel rose. Cet ouvrage était travaillé avec beaucoup d'art et de délicatesse. Nous passâmes ensuite dans la salle du *Lustre*. Le spectacle qu'offre la *Kliska* (c'est ainsi que cette salle est appelée par les mineurs) est majestueux et imposant. Tout autour règne une forêt de piliers noirs; de chaque côté viennent aboutir des corridors vastes et obscurs; mille arcades se succèdent les unes aux autres. Du milieu de la voûte descend une immense girandole de sel cristallisé, dont les branches se prolongent au loin dans tous les sens. Nous marchâmes pendant quelque temps sans jamais rencontrer d'obstacle; cependant un mugissement épouvantable se faisait entendre, semblable à celui d'un torrent grossi par l'orage. C'était, en effet, le bruit d'un fleuve souterrain, dont les eaux tombaient avec force d'une hauteur prodigieuse et serpentaient ensuite avec tranquillité. Nos enfants ne purent résister à ce spectacle! Je priai Klakowiez de les conduire auprès de quelques ouvriers, dans un endroit moins horrible, et j'ordonnai à John de les surveiller. Pour nous, nous attendîmes le retour du guide au pied de la cascade.

« Cependant Klakowiez arriva, et nous assura que nos enfants étaient à l'abri de tout danger. Il nous conduisit ensuite, en suivant la sinuosité du torrent, sur un petit escalier d'où nous pûmes apercevoir avec plus de facilité cette vaste enceinte. Nous avions à nos côtés une centaine d'ouvriers qui, une lampe suspendue à la ceinture, coupaient des blocs de sel; le fleuve coulait sous nos pas, une étendue de sept mille pieds se développait devant nous; à gauche était la cascade, et sur notre tête une voûte que nos lampes ne pouvaient éclairer, et qui s'élevait, à ce que nous assura le guide, à quatre cent trente-deux pieds au-dessus du sol.

« Nous parcourûmes ensuite une infinité d'autres salles non moins intéressantes, des corridors de toutes grandeurs, des allées de toutes dimensions, dont les voûtes étaient la plupart soutenues par des piliers de bois brut. Nous visitâmes ensuite les écuries où quelques chevaux décrépits se reposaient en attendant l'heure de la fatigue. Klakowicz nous donna mille petits détails sur les salines; il esquissa en peu de mots le tableau de leur administration, nous indiqua les différentes branches de travail qu'elles exigeaient, et porta à plus de douze cents le nombre d'hommes employés à leur exploitation. Il nous montra des blocs de sel de cinq à six quintaux, taillés en forme cylindrique pour les transporter avec plus de facilité, les tonneaux remplis de débris pilés et de petits éclats. Il nous fit distinguer les quatre espèces de sel qui forment les roches de Wieliska : le sel brut, ou sel grossier; le sel vert, ou *zielow*; le sel blanc, appelé *szilikawa*, et le sel cristallisé, transparent, qui porte le nom de *oczkowata*. Il nous présenta des morceaux de sel extraits des strates supérieures, et qui étaient mêlés avec de la terre glaise, des coquilles et des pétrifications; on ne peut employer cette qualité qu'après qu'elle a été lavée. La première couche de sel pur est à mille pieds au-dessous de la surface du sol, et la quantité que l'on en a tirée depuis la découverte de la mine s'élève, d'après les archives, à plus de 600 millions de quintaux. Nous passâmes ensuite devant l'obélisque, et nous nous arrêtâmes devant la salle du *Bal*. Ici, je ne sais pourquoi, nous n'éprouvâmes pas ce sentiment de grandeur dont nous avions l'âme remplie dans les autres parties de la mine; le nombre des colonnes, l'élévation de la voûte, la richesse des galeries ne frappent plus l'imagination. Peut-être que notre esprit s'accoutume difficilement à voir les beautés grandioses de la nature s'allier au luxe frêle et mesquin de nos salons. Klakowiez fit allumer plusieurs bougies, dont la clarté se répandit dans toute l'enceinte, et nous pûmes examiner en détail chacune des parties, chacun des meubles de cette singulière salle. Klakowiez était un homme de quarante-cinq ans; pendant sa jeunesse, il avait été témoin des fêtes magnifiques qui s'étaient données aux salines. Il nous parla surtout de celle qui fut célébrée en 1813, à l'époque de la retraite du prince Poniatowski. Ma femme prêtait une oreille attentive au récit animé du conducteur. La moindre circonstance de la narration l'intéressait, et elle faisait souvent répéter au guide complaisant les particularités qui la frappaient le plus. Il fallut cependant quitter la salle du *Bal*; et ma femme s'y décida avec peine. Elle aurait très-volontiers fait le sacrifice de ce qui nous restait à voir, pour jouir encore quelques instants d'un spectacle qui s'accommodait si bien à ses goûts. On éteignit les bougies, et nous sortîmes.

« Nous étions retombés dans les ténèbres, et comme les lampes ne nous suffisaient plus, les petits garçons qui nous précédaient allumèrent des torches. Après quelques détours, nous arrivâmes dans la salle du *Lac*. Ici, à la lueur des flambeaux se développait à nos yeux comme une vaste nappe, un lac souterrain. L'eau était noirâtre et tranquille; sur les rives éloignées s'avançaient des étrangers que la curiosité amenait comme nous en ces lieux. Revêtus de leur blouse grise, éclairés par des flambeaux, on aurait dit les ombres des morts privés de sépulture qui voltigent sur les bords du Styx jusqu'à ce qu'une main pieuse creuse une tombe à leur dépouille charnelle. Pour compléter l'illusion, il y avait sur le *Przykos* (c'est le nom du lac) une barque amarrée à une chaîne de fer. Une voix lugubre nous demanda d'un ton brusque si nous voulions nous embarquer. Nous nous approchâmes, les autres étrangers imitèrent notre exemple; et nous tentâmes ensemble la traversée. Deux bateliers dirigèrent notre esquif sur les eaux pesantes du lac infernal. Le tourbillon de fumée que répandaient nos torches,

la clarté qui se réfléchissait sur la surface de cette mer souterraine, le chant des bateliers, le bruit des rames, l'agitation de l'eau, ces habits étranges dont nous étions revêtus, ce vague qu'on ne sait définir, mais que l'on éprouve dans des circonstances pareilles, tout cela avait exalté mon imagination, et je laisse à penser si celle de ma femme était exempte de toute influence. Nous débarquâmes enfin sur l'autre rive, incertains encore si le batelier n'exigerait pas l'obole des morts.

« Klakowiez nous fit bientôt descendre aux deux étages inférieurs; après avoir parcouru avec lui une infinité d'autres salles également intéressantes, visité les machines, les pompes, il nous conduisit sous une voûte où pendaient des stalactites brillants, des cristaux réguliers et incrustés de globules de sel semblables à des diamants. Nous admirions depuis quelque temps ces structures si riches et si variées, quand, avec le plus grand sang-froid du monde, Klakowiez vint porter sans le vouloir le trouble dans notre âme. « Le lieu où nous sommes, dit en s'appesantissant sur les mots le bénin conducteur, correspond tout juste au milieu du lac que nous avons traversé tout à l'heure. » A ces mots, ma femme surprise par un sentiment de frayeur auquel elle était déjà prédisposée, pousse un cri, se dégage de mon bras et court avec précipitation vers le côté opposé, j'abandonne aussitôt le guide et cours auprès d'elle, mais, dans ce même instant, du fond d'une salle voisine une explosion se fait entendre, répétée par tous les échos du souterrain (c'était le bruit causé par un bloc que l'on venait de détacher à l'aide de la poudre). Nous crûmes que c'était la réalisation de nos craintes. Je m'imaginai un instant que les voûtes, affaissées sous le poids du lac, s'écroulaient les unes sur les autres. Vaines terreurs!

« Bientôt nous fûmes détrompés de notre erreur, et nous vîmes approcher Klakowiez qui, en souriant, nous expliqua tout le mystère. Il était temps cependant de quitter ce sombre séjour où nous avions déjà passé huit heures, mais qui demanderait plus de six mois, au dire de notre guide, si l'on désirait le visiter en entier. Nous remontâmes au premier étage, par un escalier taillé dans le sel, et nous retrouvâmes nos deux enfants un peu inquiets, mais heureux de nous revoir. Je laissai quelques schellings à Klakowiez qui riait sous cape de notre frayeur; et après avoir fait attacher au câble qui nous avait descendus une de ces cages qui servent à élever le minerai, j'y déposai ma femme, mes enfants, et nous regagnâmes tous ensemble la surface terrestre (1). »

La figure 346 (page 545) qui donne une vue des différents travaux et des curieux aspects des mines de Wieliska, a été exécutée d'après une planche publiée dans la *Pologne pittoresque*.

Les mines de Bochnia ne sont point, à beaucoup près, aussi étendues que celles de Wieliska. Les galeries vont de l'orient au couchant, il y a ordinairement 250 ouvriers qui y travaillent. Les couches de terre qui s'y trouvent sont à peu près les mêmes que celles de Wieliska. Au-dessous de la terre végétale, on rencontre de l'argile, ensuite un sable très-fin et aqueux, et enfin une argile noirâtre et compacte, qui couvre le lit de sel. Le sel ne se trouve pas toujours par blocs, en masses; il est souvent en couches suivies, dont l'épaisseur n'est point partout la même.

Des découvertes géologiques faites dans ces dernières années, au voisinage des gisements de sel de Wieliska et de Bochnia, sont venues donner à ces mines un intérêt nouveau. Sur le versant septentrional des monts Karpathes, dans le voisinage de Wieliska et de Bochnia, on a rencontré des sources de pétrole, et l'exploitation de ce liquide naturel a donné naissance à une industrie qui a pris en quelques années un prodigieux développement. C'est probablement hélas ! — disons-le en passant — le pétrole extrait des mines de Gallicie qui a servi aux armées allemandes dans la guerre fatale de 1870, à incendier des hameaux et des villages entiers de notre malheureuse patrie.

Dans une des salines de cette même région, on a trouvé plus récemment un gisement de potasse, substance d'un si grand intérêt pour l'agriculture et l'industrie.

Ces nouvelles découvertes ont ramené l'attention du monde industriel sur le sel gemme de la Gallicie. Les nombreuses salines qui s'échelonnent sur le versant septentrional des monts Karpathes, et au pied de leurs derniers escarpements depuis Cra-

(1) *Revue britannique*, septembre 1834, page 161 (tome III, 3e série).

covie jusqu'en Transylvanie ; les gisements de chlorure de potassium qu'on a découverts au contact du sel gemme, les sources de pétrole qui jaillissent dans leur voisinage, les exploitations de gypse, de soufre et d'eaux minérales qui leur sont étroitement liées, semblent former, au point de vue géologique, un système complet, qui ouvre un champ nouveau aux recherches de la science et aux travaux de l'industrie.

Pour donner d'abord une idée exacte du terrain dans lequel sont enclavées les masses de sel gemme de Wieliska, nous mettrons sous les yeux du lecteur (fig.347, page 553) une coupe de ces terrains due au directeur de ces mines, M. Hrdina, et publiée dans l'ouvrage de M. Amédée Burat, *Géologie appliquée* (1).

Le gisement de sel de Wieliska se trouve, comme nous l'avons dit, dans le terrain tertiaire. M. Hrdina a établi comme il suit la succession de ces couches :

1° Terrain d'alluvion, composé de sable jaune, d'argile rouge et de sable aquifère.

2° Formation salifère.
- Argiles schisteuses, bitumineuses, d'un gris sombre.
- Argiles schisteuses, brunes et rougeâtres.
- Argiles salifères avec sel vert.
- Argiles salifères sableuses avec coquilles et bitume, renfermant le sel dit *spizza*.
- Marnes avec anhydrite, contenant le sel dit *szybick*.
- Marnes d'un gris sombre avec gypse fibreux et bancs de grès.

3° Grès des Karpathes.

Ce tableau rappelle ce qui a été déjà dit plus haut, à savoir que les masses de sel de Wieliska ne sont pas composées des mêmes variétés minéralogiques. Il y a trois sortes de sel : 1° le *sel vert* (Grünsalz). C'est le plus rapproché de la surface. Il est mélangé de 5 à 6 pour 100 d'argile, qui lui ôte sa transparence ; 2° le *spizza* cristallisé et mélangé de sable, qui se trouve au-dessous du précédent ; 3° le *szybick*, le plus inférieur et le plus pur, qui est cristallin et transparent.

Il est à noter que le sel de Wieliska, surtout le *szybick*, laisse dégager un gaz quand on le dissout dans l'eau. Cette observation est fort ancienne et le fait a été bien souvent vérifié. Quel est le gaz qui se dégage de ces cristaux quand on les dissout dans l'eau ? C'est du gaz hydrogène et quelquefois du gaz hydrogène carboné, c'est-à-dire du grisou. Il n'en résulte pas, néanmoins, que des dégagements de grisou soient jamais à craindre pendant l'exploitation du sel.

Comme on le remarque sur la coupe géologique du terrain de Wieliska que donne la figure 348, le sel gemme se présente en amas, c'est-à-dire en rognons séparés, ce qui indique non un dépôt par les eaux, avec couches stratifiées, mais une éjection de la matière minérale à travers le terrain. M. Amédée Burat fait pourtant remarquer que « tous ces amas sont concordants, et qu'il y a de véritables bancs ou couches réellement stratifiés qui suivent toutes les ondulations du terrain qui les enclave (1). »

Un ingénieur des mines, M. Émile Heurteau, a parcouru récemment les principaux centres d'exploitation de cette région et a consigné les résultats de cette étude, dans un mémoire qui a paru au mois de mars 1873, dans le *Bulletin de la Société d'encouragement*, sous ce titre : *Les grandes salines de Pologne, les gisements de soufre, de gypse et de pétrole*. Nous emprunterons à ce travail la description de l'état actuel des mines de sel gemme de Wieliska et de Bochnia, ainsi que le mode actuel d'exploitation par abatage qui est employé dans ces mines.

« Des grandes salines de Pologne, dit M. Emile Heurteau, les mines de Wieliska sont les plus illustres. Comme presque toutes celles du pays, elles appartiennent au gouvernement autrichien ; leur exploitation ressortit du ministère des finances. Elles

(1) In-8°, Paris, 1858. Tome Ier, page 209.

(1) *Ibid.*, page 210.

sont surtout connues par les récits des nombreux touristes, qu'ont émerveillés les vastes salles taillées dans le sel, les chapelles peuplées de statues sculptées dans la roche, les lacs souterrains qui s'engouffrent sous des voûtes immenses et mystérieuses. Deux fois par semaine, la mine est ouverte aux visiteurs que le chemin de fer amène de Cracovie ; suivant les prix d'un tarif affiché à l'entrée des puits, ils peuvent se donner le plaisir de voir les feux d'artifice et les lueurs de Bengale éclairer les grandes salles de sel, et d'entendre un orchestre de musiciens réveiller les longs échos des voûtes. Laissons à d'autres le soin de narrer ces merveilles et dégageons-nous de cette fantasmagorie pour aborder l'examen du gîte et des conditions de son exploitation.

« Après avoir traversé des alternances de sables, d'argiles jaunes plus ou moins sablonneuses et de couches de gravier, on rencontre à Wieliska une puissante formation salifère, désignée par les Allemands sous le nom d'*Haselgebirge*. C'est une masse marneuse, d'un brun très-foncé, très-fortement chargée de sel, sillonnée par des veines irrégulières contournées d'anhydrite, et par des couches de marnes bariolées, ou d'argiles foncées miroitantes. On ne peut mieux donner l'idée de cette formation qu'en la comparant à une sorte de boue noire, prise en masse, fortement imprégnée de sel, et empâtant des fragments de sel plus ou moins pur ou mélangé d'argile.

« On rencontre au sein de cette masse des fragments de lignite, et aussi quelques rares fossiles, qui, d'après le savant professeur de l'université de Varsovie, M. Zeuschner, caractérisent la formation subapennine de l'époque pliocène. Toute cette formation salifère est très-inclinée plongeant au sud ; au-dessus d'elle, au sud de Wieliska, apparaissent des amas de gypse, dont le prolongement est exploité à Padgarze, et que nous retrouverons lorsque nous décrirons les dépôts de soufre exploités à Szwoszowice.

« Cette masse d'*Haselgebirge* est, tout entière, fortement imprégnée de sel ; cependant on doit y distinguer plusieurs parties plus riches, où le sel s'est concentré de manière à former une roche de sel gemme presque pur. Ces amas de sel gemme ne forment pas, à proprement parler, des couches régulières; ce sont simplement des dépôts condensés au milieu des bancs salifères et dont l'ensemble arrive parfois à former des sortes de couches continues. Ce sont ces masses de sel gemme isolées au milieu de la formation salifère que l'on exploite à Wieliska.

« Ces amas de sel gemme forment trois variétés distinctes, qui diffèrent entre elles par leur nature minéralogique et par leur degré de pureté, ainsi que par les conditions de leur gisement. Ces trois variétés sont désignées à Wieliska sous les noms de *Grünsalz*, *Spizasalz*, et *Schibikersalz*.

« Le *Grünsalz* forme la variété la moins pure. Il se présente sous la forme d'une masse foncée à gros grains contenant, emprisonnées, de nombreuses parties d'argile. Cette variété se rencontre à la partie supérieure de l'Haselgebirge, dans le voisinage des sables diluviens qui recouvrent la formation. Elle forme d'immenses lentilles ellipsoïdales, disséminées irrégulièrement au milieu de la masse salifère. Chacune de ces lentilles cube plusieurs milliers de mètres cubes ; leur exploitation a donné lieu à ces salles immenses dont les dimensions grandioses frappent l'imagination des visiteurs.

« Au-dessous de ces lentilles de *Grünsalz* se trouvent les amas de *Spizasalz*, puis de *Schibikersalz*, non plus disséminés irrégulièrement au milieu de l'Haselgebirge, mais formant, par leur continuité, des couches à peu près régulières, dirigées du nord-ouest au sud-est, plongeant au sud-ouest et dont la puissance varie de 1 à 3 mètres et jusqu'à 4 mètres. Le *Spizasalz*, quelquefois nommé aussi *Anhydritersalz*, est encore un peu impur. Il contient des veines de marne et d'anhydrite qui sillonnent la couche et de petits grains de quartz interposés. Le *Schibikersalz*, qui vient au-dessous, est, au contraire, presque chimiquement pur, translucide et d'une blancheur parfaite. L'intervalle qui sépare ces deux formations est de 3 à 4 mètres. Il est occupé par des couches minces, assez régulières et alternées d'Haselgebirge, de sel plus ou moins pur et d'anhydrite. L'épaisseur de ces veines varie de $0^m,10$ à $0^m,30$; les galeries qui les traversent et sur les parois desquelles elles forment des bandes régulières permettent d'en étudier facilement la succession. Enfin, au-dessous du Schibikersalz on retrouve l'Haselgebirge, d'abord très-chargé de sel et sillonné par des veines de sel gemme, mais qui s'appauvrit d'une manière continue, jusqu'à ce qu'enfin le sel disparaisse. Dans cette partie, au mur de la couche de Schibikersalz, l'Haselgebirge et les veines de sel gemme elles-mêmes sont chargées de matières bitumineuses ; leur cassure fraîche dégage une odeur empyreumatique ; des fragments de lignite sont empâtés dans la masse.

« En résumé, au cours de cette description sommaire, la formation salifère de Wieliska nous apparaît sous la forme d'une puissante masse argilo-marneuse, imprégnée de sel, soit cristallisé en gros grains, soit condensé en roche amorphe et formant, dans ce dernier cas, au milieu même des argiles salifères, des amas de sel gemme plus ou moins pur. Ces amas de sel gemme sont de deux sortes : 1° à la partie supérieure, d'immenses lentilles de sel impur à gros grains, disséminées irrégulièrement au milieu de la masse salifère ; c'est le *Grünsalz* ; 2° aux horizons inférieurs, des couches semi-régulières et formant deux étages : celui du *Spizasalz* et celui du *Schibikersalz* : ce dernier est parfaitement pur. Au toit, au mur et dans l'entre-deux de ces couches, la masse est sillonnée par des veines contournées d'anhydrite alternant avec des veines de sel plus ou moins pur.

Fig. 347. — Coupe des terrains de Wieliska.

« Il ne nous reste plus qu'à décrire brièvement le mode d'exploitation en usage et l'ensemble des travaux.

« Le gisement salin de Wieliska est aujourd'hui traversé par sept étages de galeries. Ce sont des galeries spacieuses, de section carrée sur 2 mètres de côté, pratiquées dans la masse argileuse sans le secours d'aucun boisage, et dont les parois, mouchetées de gros grains de sel empâtés dans la masse, ou zébrées par les bandes de sel et d'anhydrite qui la sillonnent, brillent à la lumière des lampes. Ce réseau de galeries rencontre, d'une part, les lentilles de *Grünsalz*, de l'autre, les couches de *Spizasalz* et de *Schibikersalz*. Les procédés d'abatage varient naturellement en raison de la nature différente de ces deux sortes de gisements.

« Pour les lentilles de *Grünsalz*, l'abatage se fait en pratiquant d'immenses chambres dans ces lentilles mêmes. On opère de la manière suivante : soit une lentille rencontrée par deux galeries AB et CD (fig. 348), d'étages différents. On commence par enlever la calotte LMK, en poussant de part et d'autre de AB, et sur toute la hauteur EM, de larges fronts de taille, jusqu'à ce qu'on ait atteint les bords de la lentille. On obtient ainsi une sorte de chambre circulaire ; une épaisseur de sel d'un mètre environ, que l'on laisse au toit, suffit pour assurer la solidité.

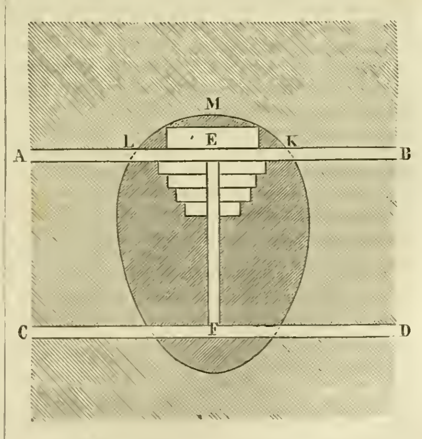


Fig. 348. — Profil de l'exploitation de Wieliska.

Cette calotte supérieure une fois enlevée, on fonce de haut en bas un puits vertical, EF, autour duquel on s'étend en gradins de manière à enlever successivement une série de couronnes, pour chacune desquelles on procède comme pour la calotte supérieure. L'abatage se fait en taillant dans la roche de grands prismes verticaux de 2 mètres de largeur sur 0m,50 de profondeur, et sur une hauteur de 3 à 4 mètres. Les chantiers sont disposés en échelons, de telle sorte que, pour découper chacun de ces prismes, il suffit de faire une sous cave et une entaille latérale, après quoi l'on peut, avec des coins et des leviers, le détacher et le pousser au vide. Le sel abattu tombe par le puits central dans la galerie inférieure, CD, qui sert de galerie de roulage. L'emploi de la poudre est proscrit comme donnant trop de menus ; le sel doit être débité soit en blocs parallélipipédiques de 0m,20 à 0m,30 de côté, soit sous la forme d'ellipsoïdes tronqués de 0m,80 de hauteur sur 0m,20 à 0m,30 de diamètre; cette dernière forme est celle sous laquelle le sel doit être livré à la Russie avec qui le gouvernement autrichien a conclu par traité un marché considérable ; elle offre certains avantages pour la facilité du transport dans les wagons, mais elle a l'inconvénient de donner beaucoup plus de menus que la première. Les menus et les poussières sont remontés au jour dans des sacs; mais ils ne sont pas comptés aux ouvriers, qui sont payés à la tâche d'après le nombre de blocs produits.

« Tel est le mode d'abatage des grandes lentilles de *Grünsalz*; quant aux couches de *Schibikersalz* et de *Spizasalz*, on les exploite par de larges fronts de taille, dont on pousse l'avancement dans la couche suivant sa direction. De distance en distance, des plans inclinés, disposés suivant les lignes de plus grande pente de la couche, relient entre eux les différents étages; les chantiers d'abatage s'étendent en direction de part et d'autre de ces plans. Les couches n'ont généralement que de 1 à 2 mètres de puissance, et elles sont alors abattues en une seule fois; si la puissance dépasse 2 mètres, elles le sont en deux tranches, que l'on enlève successivement, en commençant par la tranche supérieure.

« On se dispense de remblayer, et il n'est pas besoin de boisage. Les vastes chambres, cubant plusieurs milliers de mètres cubes, pratiquées dans les lentilles de Grünsalz, peuvent être, en général, sans danger, abandonnées à elles-mêmes; seulement, pour soutenir les points les plus faibles, on élève jusqu'au sommet de la voûte, soit de véritables charpentes de dimensions grandioses, soit d'immenses bûchers formés de rondins, longs de plusieurs mètres, et d'un fort équarrissage, entassés souvent jusqu'à plus de 80 mètres de hauteur. Il en est de même des chantiers d'abatage dans les couches. On les abandonne à eux-mêmes sans boisages ni remblais. Aux points faibles, le toit est soutenu par des bûchers formés de rondins entassés sur toute la hauteur du front de taille; ces bûchers, ainsi disposés, ont l'avantage de bien répartir les pressions ; les bois s'imprègnent de sel et se conservent ainsi indéfiniment.

« La question de l'épuisement des eaux a pris, dans ces dernières années, à Wieliska, une importance capitale. Nous avons déjà dit comment, en recherchant des sels alcalins au mur de la formation saline, on était venu, il y a quelques années, butter contre des alluvions aquifères par lesquelles l'eau douce avait envahi les travaux. Les digues, par lesquelles on chercha à arrêter l'inondation, furent promptement tournées par les eaux qui dissolvaient et délayaient l'argile salifère au milieu de laquelle étaient percées les galeries; on dut alors abandonner aux eaux les deux étages inférieurs de la mine. Une machine d'épuisement de 250 chevaux, installée sur l'un des puits, avait permis, à la fin de l'année 1869, de dégager tout le sixième étage, et on espérait reconquérir bientôt le septième. Cette machine d'épuisement, construite sur les indications de M. Rittinger, est une machine verticale à traction directe et à double effet; une cataracte à huile règle l'admission de la vapeur. La marche de la machine est irrégulière, et l'absence de contre-poids des tiges et des pièces mobiles occasionne des chocs qui causent des interruptions fréquentes du travail.

« L'eau puisée par la machine d'épuisement est presque saturée de sel; mais, faute d'appareils d'évaporation, on la laisse s'écouler dans le ruisseau voisin sans la recueillir, et cette richesse est gratuitement perdue. Nous trouvons là la trace de l'insouciance routinière qui préside à l'exploitation des mines par le ministère des finances autrichien, aussi bien dans les salines de Pologne que dans les mines métalliques de Hongrie. On comprend, d'ailleurs, qu'en présence des masses de sel gemme pur que l'on rencontre à Wieliska, et qui suffiront encore longtemps aux besoins de la consommation, on ne se soit préoccupé ni d'exploiter les argiles salifères au milieu desquelles se trouve le sel, ni d'installer une usine d'évaporation pour extraire le sel des eaux d'épuisement. Grâce au monopole de la vente du sel que l'État se réserve, l'impôt qui pèse sur la consommation du sel en Autriche est tellement élevé que le prix de revient et les économies à réaliser sur son chiffre disparaissent devant l'élévation du prix de vente. Le prix de revient d'une tonne de sel est, à Wieliska, de 9 fr. 15 ; le prix de vente s'élève à 183 fr.

« 2° *Bochnia*. — Le bassin tertiaire au milieu duquel émergent les amas salins de Wieliska s'étend, de l'ouest à l'est, au pied des Karpathes, entre leurs premiers escarpements et la Vistule. En suivant ce bassin vers l'est, on rencontre, à 32 kilomètres environ de Wieliska, la grande exploitation saline de Bochnia. Aucun sondage n'a été entrepris entre Wieliska et Bochnia; on ne possède donc aucune donnée sur la question de la continuité possible de ces deux formations.

« Le gisement salin exploité à Bochnia se compose, comme à Wieliska, d'une masse argilo-marneuse, plus ou moins bitumineuse, fortement imprégnée de sel, et sillonnée par des veines d'anhydrite ; au milieu de cette masse, le sel gemme s'est concentré de manière à former des couches très-inclinées, irrégulières et discontinues. Cette formation d'*Haselgebirge* est très-inclinée sur l'horizon et plonge au sud ; sa direction générale est du nord-ouest au sud-est. Son épaisseur est très-variable : aux horizons supérieurs, elle atteint, dans la partie moyenne, de 40 à 60 mètres de puissance ; mais elle s'amincit sur les bords et n'est plus que de 6 à 10 mètres aux extrémités de l'exploitation ; aux horizons inférieurs, la puissance augmente beaucoup quand on se dirige vers l'ouest, et elle s'élève jusqu'à 200 et 300 mètres.

« La formation salifère de Bochnia a été décrite, en détail, par M. Anton Buch, dans le *Bulletin de l'Institut géologique de Vienne*, en 1851, et par M. Julius Drack dans l'*Osterreichische Zeitschrift für Berg-und Hüttenwesen*, en 1869. M. Buch donne même une coupe du gîte, très sommaire et fort incomplète, mais qui est cependant la seule que possèdent les ingénieurs de la mine. La formation d'Haselgebirge y est représentée sous la forme d'une sorte de colonne verticale, sillonnée par des veines de sel très-irrégulières, presque verticales ou plongeant au sud. Ces veines de sel peuvent être considérées comme formant une série de couches parallèles, d'allure très-irrégulière et souvent interrompue ; on en distingue trois principales. Le sel de ces couches est blanc ou grisâtre, parfois très-pur et translucide, ne contenant jamais d'impuretés apparentes ; il donne, par la dissolution, 97 pour 100 de sel et 3 pour 100 de résidu insoluble formé d'argile et de gypse. On peut le considérer comme analogue au *Schibikersalz* de Wieliska ; quant au *Grünsalz* et au *Spizasalz*, ils ne sont pas représentés à Bochnia, soit que ces formations supérieures n'y aient jamais existé, soit qu'elles aient été enlevées par l'effet d'érosions postérieures.

« Les galeries à travers-bancs, dépourvues de boisage, qui sillonnent le gîte, permettent, à qui les parcourt, de suivre, sur leurs parois, la succession des couches inclinées qu'elles traversent. Partant des argiles schisteuses noires et bitumineuses qui sont au mur de la formation, on rencontre d'abord une couche assez puissante d'argile salifère empâtant des blocs irréguliers de sel, puis on traverse une succession de couches de sel alternant avec des strates d'argile miroitante et de sable, des lits d'argiles salifères, et enfin des veines d'anhydrite concrétionnée, abondantes surtout au voisinage du mur. Près du toit, les argiles salifères sont chargées de sels magnésiens, qui s'effleurissent à l'air sur les parois des galeries. Le nombre des couches de sel est considérable ; mais on en compte trois principales, susceptibles, dans presque tout leur développement, d'être exploitées avec fruit, c'est-à-dire ayant plus de 2 pieds d'épaisseur. La puissance moyenne de ces couches est de $1^m,50$ à 2 mètres : on les a suivies, en direction, sur un développement de 2 kilomètres, et, en inclinaison, jusqu'à 600 mètres de profondeur.

« Des recherches infructueuses ont été tentées au mur et au toit du gîte, dans l'espoir de retrouver soit les représentants du *Grünsalz* et du *Spizasalz*, soit des sels alcalins. Au toit, un travers-bancs a été poussé jusqu'à 120 mètres, sans rencontrer autre chose que des alternances de marne, d'argile, de calcaire et de gypse. Au mur, après avoir traversé des couches très-bitumineuses et contenant quelques fragments de lignite, on a été arrêté par un dégagement de gaz explosibles hydrocarburés.

« Il y a peu de chose à dire de la méthode d'exploitation en usage à Bochnia ; elle est très-primitive, et dans de mauvaises conditions économiques. L'extraction se fait par un très-grand nombre de puits sur chacun desquels est installé un manége à chevaux. De ces puits partent des galeries de niveau tracées au toit du gîte et suivant sa direction ; perpendiculairement à ces galeries de niveau, on mène une série de travers-bancs, distants entre eux de 100 mètres, qui, en traversant toute la formation, rencontrent successivement les diverses couches de sel. On abat chacune de ces couches par des travaux en descente, en aval du travers-bancs ; on descend en doubles gradins, de manière à former de grandes chambres semi-circulaires ayant la hauteur de la couche, et tout autour desquelles sont disposés les chantiers d'abatage. L'abatage se fait, comme à Wieliska, en découpant avec le pic, et au moyen d'une sous-cave et d'une entaille latérale, des prismes verticaux que l'on pousse au vide avec des leviers. Le sel abattu est, comme à Wieliska, débité sur place en parallélipipèdes, puis on en remplit des sacs, que l'on remonte à dos d'homme jusqu'au travers-bancs, dans lequel il s'emmagasine, pour n'être remonté au jour que suivant les besoins de la consommation. Comme à Wieliska, on ne remblaye ni ne boise, mais on se contente de soutenir les points faibles par des tas de bois empilés en bûchers. Dans ces conditions d'exploitation, le prix de revient s'élève à 16 fr. 50 par tonne, sur le pied d'une production annuelle de 16 à 17,000 tonnes (1). »

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement*, mars 1873.

CHAPITRE III

LES MINES DE SEL EN ROCHE DE LA LORRAINE. — LE SEL GEMME DE NORTHWICH EN ANGLETERRE. — LE GISEMENT DE STASSFÜRT, EN PRUSSE. — LES GISEMENTS DE SEL GEMME DANS L'EST DE LA FRANCE. — AUTRES GISEMENTS DE SEL EN ROCHE EN ASIE ET EN AFRIQUE. — COMPOSITION DU SEL GEMME DE DIVERSES PROVENANCES.

Le sel de Cardone qui alimente toute l'Espagne, et celui de Wieliska et de Bochnia, nous offrent les types les plus remarquables de l'exploitation du sel gemme en roche, qu'on débite comme une carrière de pierre à bâtir, et qu'on livre immédiatement à la consommation. Mais ces bonnes fortunes naturelles sont rares, et les gisements de sel en roche que nous allons énumérer ont beaucoup moins d'importance.

En France, nous possédons dans le département de la Meurthe, près de la ville de Château-Salins (département de la Meurthe) un gisement remarquable de sel gemme. Ce banc salifère occupe une distance d'un quart de kilomètre, depuis Dieuze jusqu'à Vic, le long de la vallée de la Seille. Les couches de sel sont séparées par des couches de marnes grises ou bleuâtres ; c'est-à-dire, qu'elles appartiennent à l'étage des *marnes irisées* dans les terrains secondaires, terrains classiques, pour ainsi dire, du sel gemme.

La découverte des gisements de sel gemme proprement dits dans les terrains salifériens de la Lorraine est récente, puisqu'elle ne date que de l'année 1819. On fut conduit à cette découverte par l'abondance des sources salées qui existent dans cette localité, et dont l'exploitation remonte aux temps les plus anciens. De Vic à Dieuze, il existe, en effet, des sources salées qui sont en exploitation de temps immémorial. Telles sont celles de Vic, Moyenvic, Marsal, Dieuze, Château-Salins, Salenne, la Grange-Fouquet, Lezey, Basse-Lindre, etc. Dès le VIIe siècle, les trois premières étaient déjà en pleine prospérité, et il est établi que celles de Dieuze existaient dès le IXe siècle.

En voyant une si grande quantité de chlorure de sodium sortir de la terre sans que les sources, malgré un travail séculaire, en fussent appauvries, on conjectura que les profondeurs du sol devaient renfermer des amas considérables de cette substance, dont les eaux se bornaient à dissoudre journellement quelques parcelles dans la partie souterraine de leur cours. Cette conjecture fut formulée, au milieu du XVIIIe siècle, dans un mémoire de Guettard à l'Académie des sciences.

« Les montagnes de Château-Salins en Lorraine, disait ce célèbre minéralogiste, font voir beaucoup de lits argileux ou glaiseux, verdâtres ou d'un rouge lie de vin. Le rapport qu'il y a entre ces montagnes et celles de Wieliska, en Pologne, du moins quant à ce qui regarde les lits de glaise ou d'argile, leur couleur, leurs ondulations, leur inclinaison ; ce rapport, dis je, est tel que j'en fus, en voyant ceux de Wieliska, tellement frappé que je pensai d'abord que des recherches faites en Lorraine pourraient peut-être conduire à la découverte de quelque mine de sel en roche. L'eau des fontaines salées ne doit sans doute le sel dont elle est chargée qu'à des rochers de sel dans lesquels elle passe ; il ne s'agirait que de trouver ce magasin. La découverte n'en sera peut-être due qu'au hasard ; mais un hasard prévu pourrait n'en pas devenir un si on tournait ses vues de ce côté, et si, par des fouilles faites dans les montagnes voisines de ces fontaines, on cherchait à s'assurer s'il ne se montrerait pas quelques indices de sel en masse. »

Il fallut près de soixante ans pour que l'on se décidât à vérifier l'exactitude des conjectures de Guettard. C'est en 1819 seulement, sur les instances d'un ancien magistrat habitant de la ville de Vic, M. Vignon, qu'on se décida à donner un coup de sonde près de cette ville, située à peu près au centre de la contrée salifère. On trouva le gisement de sel dès la profondeur de 65 mètres. Pour s'éclairer sur la nature du terrain, on continua à creuser jusqu'à 166 mètres, profondeur médiocre comparativement à celle d'un grand nombre de houillères et de mines métalliques. Sur ce court trajet, la

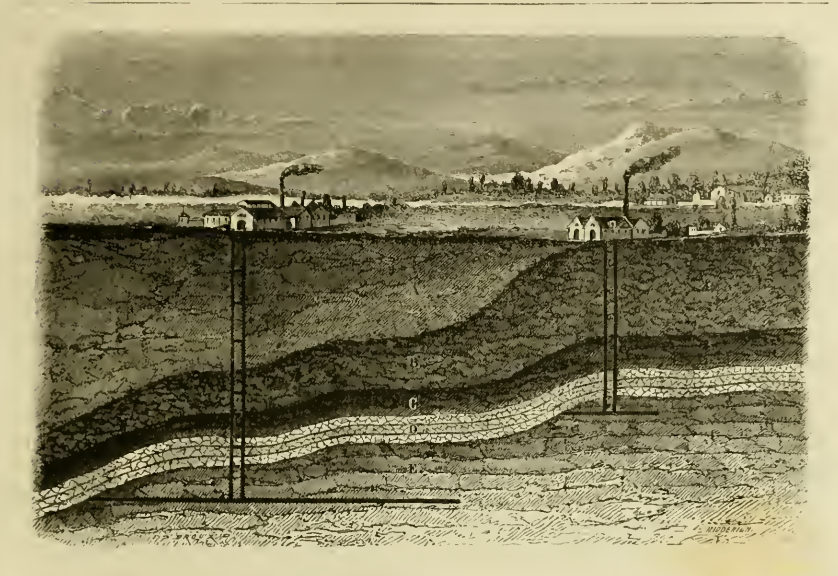


Fig. 319. — Coupe géologique du gisement de sel de Stassfürt.

A, grès bigarré. — B, gypse. — C, marne. — D, mélange de sel et d'argile contenant du chlorure de potassium. — E, couche de sel gemme.

sonde traversa six bancs de sel d'une épaisseur totale de 35 mètres, et l'on ne put même atteindre la limite de cette dernière couche.

De nouveaux sondages exécutés de 1819 à 1823, sur des points différents, prouvèrent que les bancs de sel gemme se prolongeaient horizontalement, comme les terrains qui leur étaient superposés.

Quand on eut ainsi reconnu l'existence de bancs continus de chlorure de sodium analogues à ceux de Wieliska, on commença, en 1821, à creuser des puits pour l'extraction du sel en roche par l'abatage. On espérait pouvoir se livrer au mode facile et régulier d'extraction du sel gemme, comme on le pratique à Wieliska et à Bochnia ; malheureusement, en 1825, la mine fut envahie par des masses d'eau considérables, et il fallut renoncer à ce mode d'exploitation.

Aujourd'hui, à Dieuze et à Saint-Nicolas, près de Nancy, on retire le sel par voie de dissolution et d'évaporation. Nous n'avons donc pas à parler davantage, pour le moment, des salines de la Lorraine.

Ajoutons, pour terminer ce sujet, que l'on extrait du sel en roche dans les départements de la Haute-Saône, du Tarn et des Basses-Pyrénées. Mais ces gisements locaux sont de peu d'importance.

Dans quelques parties de l'Algérie, on a trouvé des mines fort riches en sel gemme. Du reste, le sel gemme est répandu à profusion dans les terrains de l'Algérie.

Il existe en Suisse, à Bex, un gisement assez important de sel en roche. Au moyen de simples galeries de mine, on extrait un sel très-pur, qui entre immédiatement dans la consommation.

En Angleterre, dans le comté de Ches-

shire et dans le Worcestershire, il existe d'immenses amas de sel gemme en roche. Mais ce n'est qu'exceptionnellement qu'on extrait le sel à l'état de blocs, comme à Wieliska. Presque toujours l'eau, naturellement ou artificiellement, traverse ces amas de chlorure de sodium, et l'on extrait de la mine, non du sel en roche, mais une dissolution saturée de chlorure de sodium, que l'on évapore. Par cette considération, nous ne traiterons avec détails des mines de sel d'Angleterre, que dans le chapitre suivant, en parlant de l'exploitation des argiles salifères.

Il existe en Prusse un gisement d'un grand intérêt pour la science et l'industrie. C'est celui de Stassfürt, près de Magdebourg, dans la Thuringe. Nous avons dit quelques mots de ce précieux gisement de sel dans la Notice sur l'*Industrie des soudes et des potasses*.

Le gisement de Stassfürt a été découvert par des sondages exécutés de 1839 à 1843, mais ce n'est que vers 1855 qu'on a commencé son exploitation.

La figure 349 donne une coupe géologique des terrains où se trouve enclavé le sel gemme de Stassfürt. Un banc très-puissant de grès bigarrés, A, est en contact avec une couche de gypse, B ; vient ensuite une couche de marne, C. Là commence une couche, D, composée d'un mélange de sel et d'argile, et qui surmonte la couche, E, de sel gemme proprement dit.

Cette couche D, qu'on appelle *sel de déblais* (*Absaumsalz*) et qui se trouve directement au-dessus de la couche de sel gemme, avait d'abord été considérée comme sans valeur pour l'exploitation, mais on ne tarda pas à reconnaître qu'elle renferme une forte proportion de chlorure de potassium, et qu'elle a, dès lors, une valeur supérieure à celle du sel gemme. Comme nous l'avons dit dans la Notice sur les soudes et les potasses, l'industrie allemande trouve aujourd'hui dans les gisements de Stassfürt une ressource précieuse de potasse.

Quant à la couche de sel gemme, son épaisseur est inconnue, puisqu'on n'a pu encore atteindre à sa limite. On s'est arrêté, en effet, à 108 mètres d'épaisseur de la couche, et à une profondeur de 335 mètres au-dessous du sol.

Le sel gemme de Stassfürt se compose de couches fort minces (de 3 à 15 centimètres d'épaisseur), séparées par des lits d'anhydrite (sulfate de chaux) de 1 centimètre seulement d'épaisseur.

Le sel s'extrait, comme à Wieliska, par l'abatage des blocs au moyen de deux puits. C'est ce qu'on voit représenté dans la figure 349.

Pendant l'extraction, on cherche à séparer, autant que possible, le sel gemme du gypse, mais on n'y parvient pas, car le sel de Stassfürt, livré au commerce, renferme toujours 4 à 5 pour 100 de sulfate de chaux.

A Éperies, ville de Hongrie, par conséquent autrichienne (comté de Saros), existe une mine de sel gemme, que l'on exploite à plus de 100 mètres de profondeur au-dessous du niveau du sol.

La Russie possède des mines de sel. Telle est celle de Iletzk, dans le gouvernement d'Orembourg, d'où l'on extrait chaque année 500,000 *pouds* de sel. On en cite également dans les montagnes de la Sibérie.

En Perse, on rencontre des plaines longues de plus de dix lieues, sous le sol superficiel desquelles le sel gemme se présente à l'état de pureté. Chardin dit, dans son *Voyage en Perse*, que les blocs de sel provenant des mines sont employés dans la construction des maisons, par les pauvres habitants de ce pays. Pline avait déjà noté un fait semblable dans la Cappadoce.

En Afrique, en plein désert, on trouve des amas de sel, qui ont été exploités de toute antiquité. On croit même que l'Afrique est de toutes les parties du monde celle

qui renferme le plus de sel en roche.

Au point de vue chimique, le sel gemme présente toutes les propriétés du sel marin ordinaire ; seulement il est beaucoup moins soluble dans l'eau, ce qui tient à la présence de l'argile et du sulfate de chaux. Aussi ne peut-on, en général, l'utiliser pour l'industrie qu'après l'avoir purifié.

On a essayé, en France, de vendre du sel gemme pulvérisé, pour tenir lieu de sel marin ; mais la consommation l'a rejeté, à cause de la lenteur avec laquelle il se dissout dans l'eau.

Voici, du reste, la composition chimique de quelques échantillons de sel gemme :

Le sel gemme de Vic contient, d'après Berthier :

Chlorure de sodium......	99,3
Sulfate de chaux.........	0,5
Argile..................	0,2
	100,0

Le sel gemme de Northwich, d'après le même chimiste, est formé de :

Chlorure de sodium......	98,32
Sulfate de chaux.........	0,62
Chlorure de calcium.....	0,21
Chlorure de magnésium..	0,18
Matière insoluble et perte.	0,67
	100,00

Le sel gemme des mines de Ouled-Kebbad, dans la province de Constantine, est composé, d'après Fournel, de :

Chlorure de sodium......	97,8
Chlorure de magnésium...	1,1
Silice..................	0,5
Eau.....................	0,6
	100,0

Celui de Stassfürt, d'après Rammelsberg :

Chlorure de sodium......	94,01
Chlorure de magnésium..	0,45
Sulfate de soude.........	0,23
Carbonate de magnésie...	5,01
Carbonate de chaux......	0,30
	100,00

Si on rapproche de ces analyses celle du sel gemme de Wieliska, on reconnaîtra la supériorité de ce dernier, qui n'est composé, à proprement parler, que de chlorure de sodium pur. L'analyse du sel en roche de Wieliska a donné à Bischof :

Chlorure de sodium........	100
Chlorure de magnésium....	traces
	100

en d'autres termes, le sel de Wieliska est chimiquement pur.

CHAPITRE IV

EXPLOITATION DU SEL GEMME PAR DISSOLUTION. — LA MÉTHODE DU LAVAGE ET LA MÉTHODE DU TROU DE SONDE. — LES MINES DE SEL DE SALZBOURG. — LES SALINES DE L'ANGLETERRE.

L'exploitation du sel gemme, quand il est mélangé d'argile, de plâtre ou de craie, ne peut se faire par la méthode du simple abatage des blocs. L'eau seule peut séparer le sel en roche des substances insolubles. Le sel gemme impur ou les argiles salifères, s'exploitent donc par voie de dissolution.

L'exploitation du sel gemme *par dissolution* se fait par deux procédés, selon les conditions locales. Dans le premier procédé, on divise l'intérieur de la mine de sel en un certain nombre de compartiments, ou *chambres*, dans lesquels on fait arriver de l'eau douce. On laisse cette eau en contact, pendant quelques mois, avec l'argile salifère. Lorsque l'eau est saturée, on l'enlève au moyen d'une pompe mue par la vapeur, et on l'amène, à l'extérieur de la mine, dans des chaudières, où, évaporée par l'action du feu, elle laisse comme résidu le sel cristallisé.

Dans le deuxième procédé, on perce un trou de sonde d'environ 10 à 15 centimètres de diamètre, qui atteint jusqu'au gisement du sel gemme. On tube ce trou

de soude au moyen de tuyaux de cuivre réunis les uns aux autres par des vis, comme s'il s'agissait du forage d'un puits artésien, en ayant, toutefois, l'attention de donner au forage, dans les 30 premiers mètres, quelques centimètres de plus que dans le reste du tubage. Quand il s'agit d'exploiter la mine, on introduit de l'eau douce dans l'espace annulaire entre le tube de cuivre et les parois du forage. Cette eau dissout le sel marin. On retire ensuite l'eau chargée de sel par des moyens que nous indiquerons plus loin, et on la soumet à l'évaporation.

Exploitation du sel gemme par des chambres de dissolution. — Pour exploiter les argiles salifères par ce procédé, on commence par établir, à la base de la partie à exploiter, une série de galeries étroites, de la hauteur d'un homme. Ces galeries, qui se coupent à angle droit, forment une série de piliers de 1 mètre et demi à 2 mètres et demi de côté. L'argile salifère est ainsi découpée à la pioche et à la pelle, en cases régulières, ce qui donne une espèce de damier composé de piliers de sel et de vides. Les piliers sont destinés à disparaître par l'action dissolvante de l'eau.

On commence par faire descendre dans la mine une petite quantité d'eau, de manière à ne baigner que la base des piliers. Le sel qui forme le bas de ces piliers, se dissout peu à peu ; l'argile se désagrége, des vides se produisent, et les piliers, manquant d'appui, ne se trouvent plus que suspendus au toit. En faisant arriver de nouvelles quantités d'eau, les piliers eux-mêmes se dissolvent, et s'écroulent en entier, jusqu'au niveau du toit. Quand ce moment est arrivé, les différentes galeries sont remplacées par une excavation unique, par une vaste chambre, qui contient une dissolution saturée de chlorure de sodium.

La figure 350 donne le plan d'une des chambres d'exploitation de l'argile salifère de Haselgebirge, dans le Tyrol. Le système d'exploitation se compose d'une galerie, AB, qui sert de passage général et pour amener l'eau douce. Elle communique avec une autre galerie perpendiculaire, JD, située à un niveau inférieur, et communiquant elle-même avec la *chambre de sel* par un canal en planches. BG est une galerie communiquant avec la galerie principale, AB. Elle se termine par une autre galerie inclinée, GI. Dans cette dernière galerie, est le tuyau destiné à introduire l'eau douce dans la chambre de dissolution. Incliné à 45 degrés environ, ce tuyau a exactement la hauteur de la chambre à exploiter, de sorte que, selon la quantité d'eau qu'on introduit dans ce tuyau, on submerge à des hauteurs croissantes les piliers des chambres de sel *a*, *a*, *b*, *b*, etc.

Lorsque les piliers se sont écroulés et que l'eau est saturée de sel, on la fait écouler et on l'amène dans le réservoir où elle se clarifie par le repos.

Le canal d'écoulement de l'eau saturée est indiqué sur la figure par la ligne JD. Il communique avec le fond de la chambre par un conduit en planches, se terminant, en J, par une cloison percée de trous, et qui forme comme une digue. L'eau pénètre par les fissures des joints de la cloison de planches, et s'écoule sans entraîner l'argile. Cette eau se rend, par sa seule inclinaison, dans la galerie ECF, située en contre-bas de toutes les autres, et de là dans les chaudières où elle doit être concentrée par l'action du feu.

Quand on a évacué les eaux, on déblaye la chambre, en enlevant l'argile dépouillée de sel, et la jetant dans une galerie inférieure AO, par un puits vertical O, qu'on referme ensuite. On peut alors procéder à l'établissement d'un nouveau système tout pareil à celui que nous venons de décrire.

Il faut sept à huit mois pour opérer le remplissage de ces chambres, et deux ou trois mois pour l'écoulement de la dissolution saline.

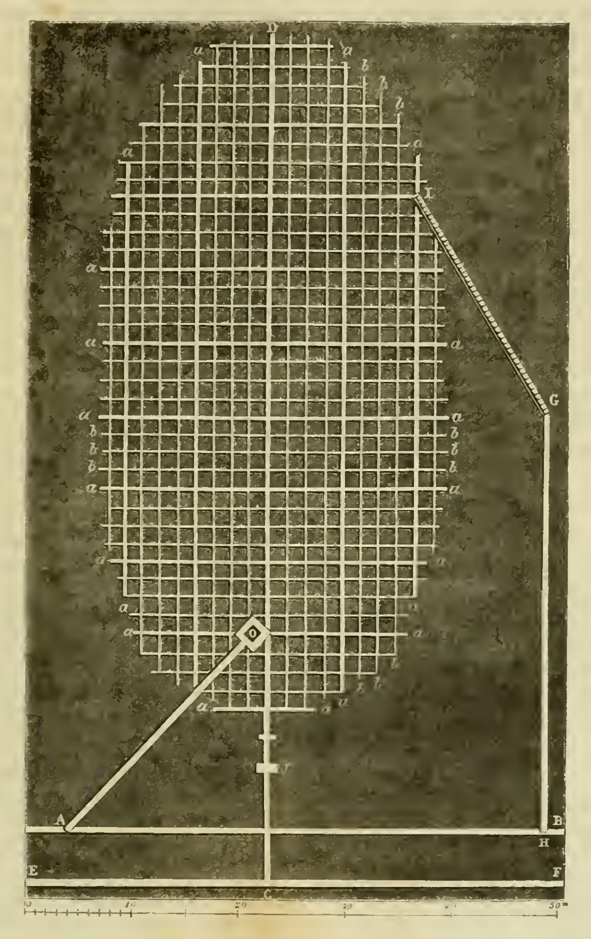


Fig. 359. — Plan d'une chambre de dissolution dans les mines de Haselgebirge, en Tyrol,

Il existe, en Allemagne et dans le Tyrol, un assez grand nombre de gisements de sel gemme mélangé d'argile, c'est-à-dire d'argiles salifères, qu'on exploite par ce moyen. Nous signalerons particulièrement les salines du pays de Salzbourg, en Autriche, et particulièrement la saline d'Hallein, qui peut être considérée comme présentant le type de la méthode que nous venons de décrire.

Les argiles salifères d'Hallein sont situées au-dessous d'une colline, près de la petite ville de Gastein. Non loin de là se trouvent les salines de Gmunden, d'Ischl, de Hallstadt.

Lorsqu'on veut exploiter le terrain sali-

lère d'Hallein, après avoir reconnu, par des sondages ou des galeries de recherche, les points les plus avantageux pour l'exploitation, on ouvre les galeries et les chambres destinées à devenir des ateliers de dissolution. Quand on a creusé les galeries et les chambres, on y introduit de l'eau douce provenant de la surface du sol, et l'on maintient cette eau, au moyen d'une digue, à la hauteur de 50 centimètres environ. Cette eau ronge les parois des piliers des chambres et les élargit. On augmente peu à peu le volume d'eau, et l'on finit par attaquer de cette manière le plafond, en élevant successivement la digue jusqu'au-dessus de son niveau. Le sel se dissolvant, les roches dont il est mélangé se désagrégent et tombent au fond du lac.

Lorsque l'eau est arrivée à contenir 25 pour 100 de sel, on vide complétement ce lac artificiel, pour le remplir de nouveau, après avoir nettoyé le fond, qui est toujours encombré par les argiles délitées. L'eau chargée de sel est conduite, par une galerie d'écoulement, dans les chaudières évaporatoires.

Comme l'action dissolvante de l'eau s'exerce très-lentement, il faut, pour entretenir le travail continu des chaudières évaporatoires, avoir un assez grand nombre de *lacs*. La mine de Duremberg, près Mersebourg, en Saxe, renferme trente-trois lacs salés, qui peuvent contenir en moyenne, 20,000 mètres cubes d'eau.

Le temps exigé pour la saturation est très-variable. De petits lacs sont saturés au bout d'un ou de deux mois, et on les remplit cinq ou six fois par an ; d'autres ne sont vidés qu'une fois l'an. Les plus grands ne sont même saturés qu'au bout de deux ou trois années.

Ce genre d'exploitation par dissolution nécessite dans les travaux souterrains un niveau supérieur pour l'entrée des eaux douces, et un niveau inférieur pour la sortie des eaux salées. C'est ce qui explique la curieuse disposition des mines de sel de Hallein, situées, comme nous l'avons dit, dans le district de Salzbourg, en Autriche.

Les mines de sel de Salzbourg se trouvent dans la montagne, à une lieue au-dessous de la ville. Avant d'y pénétrer on revêt par-dessus ses vêtements, un costume, consistant en un pantalon et une veste de grosse toile blanche, avec une ceinture de cuir épais. De la main gauche on tient un flambeau, et la main droite est pourvue d'un gant de cuir (fig. 351). Écoutons maintenant la description donnée par un auteur contemporain, de l'intérieur de ces mines :

« On parcourt d'abord, dit M. H. Villain, une galerie haute de six pieds, où les parois de rocs humides laissent voir, de temps à autre, de larges veines de sel blanc et rouge. Dans le lointain, on entend le murmure de l'eau et l'on cherche vainement à distinguer si c'est quelque ruisseau au-dessus de sa tête, ou un écoulement souterrain. Le premier guide s'arrête, ouvre une espèce de trappe, et découvre aux regards un gouffre dont il ne sert à rien de vouloir percer la profondeur, et qui semble descendre, noir, étroit et rapide, dans les entrailles de la terre. Une forte corde y est suspendue le long d'une poutre glissante, inclinée à 45° : c'est le *rutsch*, ou glissoire, établi au-dessus des différentes chambres à sel qui se trouvent dans la mine. Il y a bien, dans chaque chambre, un petit escalier taillé dans le roc; mais il est si humide et si glissant, qu'il ne peut servir qu'aux pieds exercés des mineurs.

« Cette poutre, large à peu près d'un pied, n'est destinée à rien autre qu'à faciliter la descente dans cette espèce d'abîme. C'est sur elle que le guide vous invite gracieusement — si un guide allemand peut être gracieux — à vous asseoir ou plutôt à vous coucher, puis vous montre la manière dont il faut enlacer la corde de la jambe droite et de la main gantée, pour maîtriser la descente; il vous place sur les bords de la glissoire, et vous pousse au fond de l'antre en vous souhaitant un bon voyage. Tenant d'une main la corde protectrice et de l'autre le flambeau et recommandant son âme à Dieu, on descend, avec une rapidité vertigineuse, cette montagne russe d'un nouveau genre.

« On se sent ravi d'aise en touchant la terre ferme. Après avoir marché dix minutes en ligne droite, on tourne et on enfile une nouvelle galerie, au bout de laquelle on voit luire une, deux, puis cent lumières. On s'approche rapidement et on se trouve

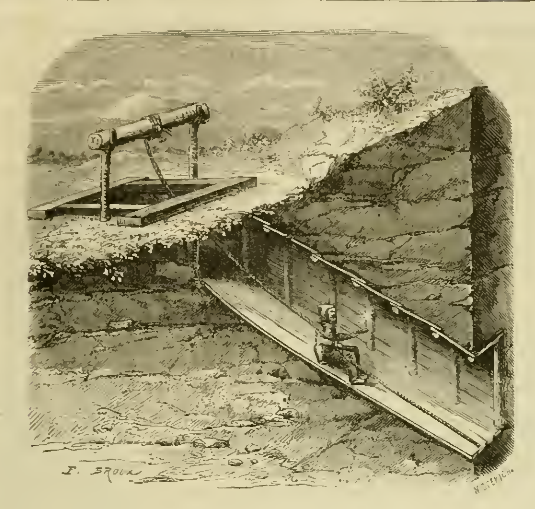


Fig. 351. — Entrée des mines de Hallein.

au bord d'un petit lac dont les rives sont garnies d'une guirlande de flambeaux qui brillent sans éclairer. Une barque attend tout équipée le voyageur qui est annoncé. On s'assied, le plafond du roc étant trop bas pour qu'on puisse se tenir debout. La barque s'éloigne du rivage, comme poussée par une main surnaturelle, car pas un bruit de rames ne se fait entendre, pas un souffle de vie ne trouble les ondes silencieuses de ce lac noir comme le Chaos. Dans cette nuit épaisse les flambeaux ne font ressortir que les vêtements blancs des visiteurs et leurs physionomies rêveuses. On sent que chacun, aux prises avec une pensée grave, reçoit une étrange impression de cette scène mystérieuse; puis, tout à coup, les guides entonnent un de ces mélancoliques chants de mineur, qui font rêver toujours et pleurer quelquefois. Ces chants, plus beaux dans ces lieux que le silence même, forment le complément de ce romanesque tableau. L'on dirait un songe, et certes il n'est pas besoin de beaucoup d'imagination pour se croire dans un monde nouveau. Mais le bateau touche brusquement au rivage; on est de nouveau sur la terre ferme.

« On recommence de plus belle à marcher dans d'interminables galeries, au bout desquelles on trouve encore un rutsch. Après l'avoir franchi, on tombe dans un carrefour où l'on vous fait voir plusieurs monuments de marbre, dont les inscriptions constatent que l'empereur et l'impératrice d'Autriche, accompagnés de l'archevêque de Salzbourg, ont passé par là.

Dans ces mines, ce qui surprend le plus, c'est de ne pas voir de mineurs. Le guide vous dit mystérieusement d'attendre, et on attend, lorsqu'on arrive à un troisième et dernier rutsch qui renchérit de rapidité sur les précédents. Une fois au fond, une chose inquiète, c'est de savoir comment on parviendra jamais à remonter du côté de la lumière. Mais un bruit de roues dans le lointain vient distraire. Pour cette fois, se dit-on, voici bien les mineurs.... Pas encore : ce n'est qu'un grand wagon dans lequel on se place. La machine s'ébranle sur un plan un peu incliné, et marche avec une vitesse telle, que lorsqu'on franchit l'un des carrefours que l'on rencontre à tous les deux ou trois cents mètres, on ne fait que l'entrevoir comme un éclair, et on s'enfonce de nouveau dans le gouffre. Enfin paraît dans l'éloignement une faible lumière que les guides font remarquer, puis, peu à peu, de vagues et indéfinissables teintes bleuâtres se répandent contre les parois. On pense que la galerie où travaillent les ouvriers est, pour une raison ou pour une autre, éclairée de manière à produire cet effet, et on se réjouit à la pensée du spectacle qui vous attend. La teinte lumineuse augmente, augmente toujours, jusqu'à ce que tout à coup elle devienne éblouissante et qu'on se trouve lancé dans un monde inconnu où un torrent de lumière d'un éclat insoutenable vous inonde... C'est le soleil! on croit rêver! Longtemps l'on doute, l'esprit ne peut saisir le mot de l'énigme, le sens de ce miracle. Il faut se rappeler qu'on a beaucoup monté pour arriver aux salines, qu'on est entré dans la montagne à son sommet et qu'on en sort par la base. Quant aux mineurs, ils travaillent

dans des galeries remplies d'eau qui ne sont jamais visitées par les étrangers, à cause du danger que l'on peut courir, et aussi, il faut bien le dire, à cause du déplaisir que ces visites curieuses donnent en général aux mineurs.

« Les guides ont bien soin de ne pas vous préparer à cette magnifique sortie. Il faut leur en savoir gré, car l'impression que l'on reçoit à la vue de la nature rayonnante, alors qu'on se croit encore plongé pour longtemps dans les entrailles de la terre, est encore plus agréable et plus inattendue que toutes celles causées par cette excursion (1). »

Exploitation du sel gemme par des trous de sonde. — L'exploitation du sel gemme par des sondages, à l'intérieur desquels on introduit de l'eau douce, pour en retirer, au moyen de pompes, l'eau chargée de sels, est le système qui tend à prévaloir aujourd'hui dans le plus grand nombre des gisements de sel.

Voici l'outillage qui sert pour la mise en pratique de cette méthode.

On commence par effectuer un sondage avec le matériel ordinaire des foreurs de puits artésiens (2). Ensuite, on introduit dans le trou vertical, des tubes de cuivre, formés de plusieurs parties réunies au moyen de vis. La colonne de tuyaux est suspendue à une poutre fixée dans une maçonnerie, et elle pénètre jusqu'au bas du forage.

Cette colonne de tuyaux de cuivre, qui est un peu plus large dans les 30 mètres supérieurs que dans la partie inférieure du canal, constitue, dans sa partie supérieure, le cylindre d'une pompe destinée à faire arriver l'eau salée à la surface du sol, et dans sa partie inférieure, le tuyau plongeant dans les eaux à évacuer.

La figure 352 montre la disposition du tuyau, dont la partie supérieure fait fonction de pompe élévatoire. AB est la maçonnerie à laquelle est suspendu le tuyau *cd*, au moyen d'une saillie *ab*. P est le piston, *s* la soupape, ou clapet, de la pompe aspirante.

On fait arriver de l'eau douce entre la surface extérieure des tuyaux et les parois du trou de sonde, c'est-à-dire dans la partie *ee*. Cette eau pénètre jusqu'au gisement du sel, se charge de chlorure de sodium et gagne le fond du trou de sonde, là où se trouve l'extrémité inférieure de la colonne de tuyaux. Si l'on a deux ou plusieurs trous de sonde, l'un des tuyaux peut être utilisé par de l'eau douce, l'autre pour l'extraction de l'eau salée par la pompe.

Supposons, toutefois, que le même forage doive servir à l'introduction de l'eau douce et à l'évacuation de l'eau salée. Comme l'eau salée est plus dense que l'eau douce, elle gagne le fond du trou de sonde, où se trouve la colonne inférieure de tuyaux, et cette colonne se remplit ainsi d'eau salée. Mais cette eau salée ne s'élèverait pas jusqu'au sol. D'après le principe physique des *vases communiquants*, elle doit s'arrêter à une certaine distance de la surface du sol, à une distance telle que la hauteur de la colonne salée fasse équilibre à la hauteur de la colonne d'eau douce. La densité de l'eau pure est de 1, et celle de l'eau saturée de sel de 1,20 environ. Dans un forage d'une profondeur de 200 mètres, la colonne d'eau douce ayant, par conséquent, une hauteur de 200 mètres, la colonne d'eau salée s'élèvera dans le tuyau à une hauteur de 166 mètres seulement, en vertu de la différence de densité de ces deux liquides, différence qui est dans le rapport de 1 : 1,20. La colonne d'eau salée s'arrêtera par conséquent à 34 mètres au-dessous de la surface du sol, et il faudra, pour l'amener au jour, une action mécanique. Tel est le rôle de la pompe aspirante que l'on place à l'entrée du trou de sonde.

L'eau douce qui pénètre dans le trou de sonde, est de l'eau pure, de source ou de rivière. On la fait arriver dans un bassin qui

(1) *Histoire d'un grain de sel*, un vol. in-12. Paris, 1869, pages 47-50.

(2) Voir dans le tome IVe des *Merveilles de la science* la Notice sur les *Puits artésiens*, chap. VI (p. 547-550).

est creusé dans le sol, immédiatement au-dessus du trou de sonde, dans la partie *ab*,

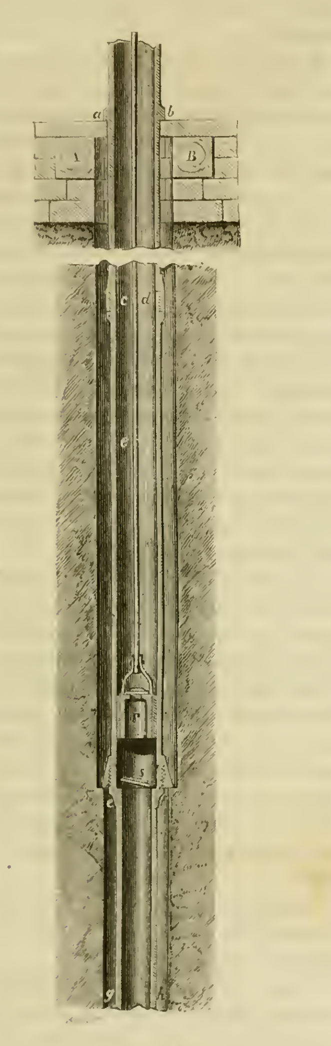


Fig. 352. — Sondage d'un gisement de sel.

de telle manière que ce trou de sonde reste constamment rempli.

L'eau salée que la pompe déverse dans les premiers temps de l'exploitation, n'est que faiblement chargée de sel, parce qu'elle est restée trop peu de temps en contact avec les parois de la mine. Mais au bout de quelques mois, il s'est formé dans l'amas de sel gemme de vastes excavations souterraines, dans lesquelles les eaux séjournent longtemps. Ces cavités s'agrandissent sans cesse, et finissent par former un réservoir d'eau salée, qui reçoit les eaux douces à sa partie supérieure, et fournit par le bas, au tuyau aspirateur de la pompe, des eaux chargées d'une quantité de sel qui croît avec sa capacité et l'étendue de ses parois solubles.

Les vides immenses qui résultent, dans les mines de sel, de ce mode d'exploitation, s'étendent surtout dans le sens horizontal. Ils ne produisent pas d'affaissement à la surface du sol, parce que leurs parois sont maintenues par la pression considérable des eaux, dont ils sont complétement remplis.

La pompe n'enlevant jamais que les couches liquides inférieures, c'est-à-dire les plus denses, amène au jour des eaux saturées, qui renferment jusqu'à 25 pour 100 de leur poids de sel, c'est-à-dire aussi chargées de sel marin que l'eau de la mer.

La méthode des trous de sonde a de grands avantages ; elle est aujourd'hui en très-grande faveur et tend à se substituer à toutes les autres méthodes d'exploitation. Elle n'est pourtant pas sans inconvénients, et sa pratique est difficile. On ne possède aucun moyen de régler l'action dissolvante de l'eau, et cette action, s'exerçant dans les profondeurs de la terre, amène parfois de fâcheuses complications. Le fond du trou de sonde peut aboutir à des terrains perméables, et l'eau salée prendre une autre issue. Quelquefois les excavations souterraines s'éboulent, et mettent les pompes hors de service. Enfin, les matières insolubles, qui restent au fond du sondage, surtout lors-

que la couche de sel renferme des bancs d'argile intercalés, peuvent empêcher l'eau douce d'arriver au contact du sel et de se saturer. Dans ces différents cas, on est forcé d'abandonner le sondage. Ajoutons que les trous de sonde rendent très-difficile une exploitation ultérieure par des travaux souterrains.

L'eau salée évacuée par les pompes et venant du trou de sonde, est généralement trouble. Avant de l'envoyer aux chaudières, il faut la laisser reposer dans des réservoirs, pour qu'elle se clarifie.

Les eaux salées extraites par les pompes et clarifiées par le repos, sont assez pures. Elles renferment, mêlés au chlorure de sodium, un peu de sulfate de soude, de chlorure de calcium et de magnésium, quelquefois du sulfate de chaux, mais ce dernier sel, qui n'est autre chose que le plâtre, est fort peu soluble dans l'eau. On extrait le sel marin de ces dissolutions en les évaporant dans d'immenses chaudières. Comme les quantités d'eau évaporées sont considérables, il faut que les chaudières soient disposées de manière à tirer le plus grand parti possible du combustible.

Nous donnerons, dans le chapitre suivant, la description des appareils évaporatoires employés aujourd'hui dans les salines de France, d'Angleterre et d'Allemagne, et qui sont les mêmes, qu'il s'agisse d'évaporer les eaux extraites de l'intérieur des mines de sel ou les eaux qui coulent naturellement des sources salées.

Les mines de sel de Duremberg et celles de Salzbourg (en réunissant sous ce nom commun celles de Hallein, de Gmunden, d'Ischl et de Hallstadt), d'une part, et d'autre part, celles de la Lorraine, donnent les types des deux méthodes d'exploitation du sel gemme par dissolution et par sondage, que nous venons de décrire. Pour terminer la revue des mines de sel exploitées par la méthode des sondages, il nous reste à parler de l'exploitation des mines de la Grande-Bretagne.

Il existe dans le comté de Worcester une couche puissante de sel gemme, placée entre les bancs de marne qui sont situés au-dessus du grès rouge. A Stoke-Prior, on peut extraire le sel par abatage comme à Wieliska et à Cardone; mais, dans la plupart des localités de cette contrée, le gisement salin est surmonté d'une nappe d'eau, qui lave la surface du sel, de sorte qu'en pratiquant des trous de sonde, on recueille de l'eau salée d'une densité de 1,2, c'est-à-dire presque saturée de sel. On fait évaporer cette eau dans de grandes chaudières plates, chauffées à la houille et n'ayant que 30 à 40 centimètres de profondeur pour 7 mètres de côté. Le sel, obtenu par une évaporation rapide, donne des cristaux très-fins, que l'on transforme en pains en les comprimant dans des moules de forme cubique.

Ces blocs ainsi préparés sont vendus dans toute l'Angleterre pour les usages domestiques. Le sel qui résulte de l'évaporation plus lente, déterminée par la chaleur perdue des foyers dans l'opération précédente, affecte la forme de gros cristaux, et constitue un produit de qualité inférieure. Enfin le sel qui encroûte peu à peu les parois des chaudières, forme des plaques solides que l'on brise à coups de marteau, et que l'on connaît dans le commerce sous le nom de *panscale*.

Les salines de Stoke-Prior sont en activité depuis 1725; on en tire environ 60,000 tonnes de sel par an.

Dans le Staffordshire, à Shirleywich et à Weston, les mêmes couches de sel gemme sont exploitées de la même manière; mais les usines ne fournissent qu'environ 10,000 tonnes par an.

Les mines de sel du Cheshire, si célèbres non-seulement en Angleterre, mais dans

toute l'Europe, s'étendent non loin de Liverpool, et appartiennent au même groupe géologique. C'est vers la fin du XVIIe siècle que furent découvertes les mines de sel du Cheshire. Les couches ont une grande puissance, et les travaux d'exploitation se font faits sur trois étages à la fois. De même que dans le Worcestershire, on retire des mines du Cheshire du sel en roche ; mais le cas est exceptionnel.

Le sel en roche est connu, en Angleterre, sous le nom de *rock-salt ;* il est quelquefois complétement incolore et translucide, mais, le plus ordinairement, il offre une teinte jaune, ou même brune, qui est due à la présence d'un peu d'oxyde de fer. On le livre au commerce en gros fragments, et on le destine principalement à l'exportation, au raffinage, aux industries chimiques, ou à l'usage des bestiaux.

Une nappe d'eau souterraine existe dans les parties basses du banc de sel du Cheshire, de sorte qu'il suffit d'y percer des trous de sonde pour obtenir des dissolutions saturées de sel, qu'il suffit d'évaporer pour obtenir un sel très-pur.

Les mines qui fournissent le sel en roche, et les usines dans lesquelles on évapore l'eau salée provenant du même dépôt, sont situées à proximité les unes des autres. Elles sont groupées autour des bords de la Weaver, ou près des canaux qui communiquent avec cette rivière. Les plus importantes sont situées à Northwich et Winsford, mais il en existe aussi à Middlewich, à Nampwich, à Wheelock, à Malkinsbrock, à Roughwood et à Lawton. La presque totalité des produits est embarquée sur la Weaver, soit pour être expédiée à Liverpool, soit pour passer, par les canaux, vers le centre et l'est de l'Angleterre.

Il n'existe pas de salines en Irlande. La totalité du sel consommé dans ce pays provient des mines du Cheshire et du Worcestershire.

CHAPITRE V

LES SOURCES ET LES FONTAINES SALÉES. — ORIGINE GÉOLOGIQUE DE CES EAUX. — LEUR COMPOSITION CHIMIQUE. — LES BATIMENTS DE GRADUATION, LEUR MODE DE CONSTRUCTION, LEURS RÉSULTATS. — INCONVÉNIENTS DES BATIMENTS DE GRADUATION. — LES BATIMENTS DE GRADUATION REMPLACÉS PAR DES CORDES, DANS LES SALINES DE MOUSTIERS, EN SAVOIE.

Les sources, ou fontaines salées, sont dues à des eaux d'infiltration qui, ayant traversé des gisements souterrains de sel gemme ou d'argiles salifères, reparaissent au jour, chargées de chlorure de sodium. Les terrains qui fournissent ces eaux sont le plus souvent les *marnes irisées*, le *muschelkalk*, le *keuper* et quelquefois le *lias*, tous étages du terrain secondaire. Pour qu'on puisse les exploiter avec quelque avantage, il faut que les sources ou fontaines salées renferment 5 pour 100 de sel, mais elles en renferment quelquefois plus de 12 pour 100.

Il arrive souvent qu'une source salée, contenant une faible proportion de sel, augmente de salure si l'on creuse, non loin de cette même source, et suivant l'inclinaison des couches salifères, un puits dans lequel on établisse des pompes pour épuiser les eaux douces qui circulent dans les profondeurs du sol. Ces eaux douces une fois évacuées, le degré de salure du puits d'exploitation augmente sensiblement.

Les sources et fontaines salées devant leur minéralisation au sel gemme, on pressent que la composition chimique des substances qui minéralisent ces eaux doit être à peu près celle du sel gemme. L'expérience confirme cette prévision. On trouve dans ces eaux, accompagnant le chlorure de sodium, des sulfates de soude, de chaux et de magnésie, avec des chlorures de calcium et de magnésium. En outre, elles sont, en général, saturées de sulfate de chaux. Le car-

bonate de chaux et le bicarbonate d'oxyde de fer peuvent s'ajouter aux eaux des sources salées, dans leur parcours à travers les terrains.

Les eaux salées exhalent habituellement une odeur bitumineuse, analogue à celle du sel gemme. Cette odeur est due à une matière carburée, qui s'y trouve en très-petite quantité, mais qui, se déposant, pendant l'évaporation, dans les chaudières, nuit beaucoup à la cristallisation.

Pour faire connaître la composition chimique des eaux des sources salées, nous citerons l'analyse des eaux de Duremberg, faite par le chimiste Heine, et celles des eaux de Hall et de Lunebourg, dues au même chimiste. Les deux premières représentent le degré moyen de minéralisation des sources salées, et la troisième le degré maximum de salure.

Composition de la source salée de Duremberg.

Chlorure de sodium.....	7,53
Chlorure de magnésium..	0,12
Sulfate de potasse.......	0,08
Sulfate de chaux........	0,56
Eau....................	91,71
Total........	100,00

Composition de l'eau de la source salée de Hall.

Chlorure de sodium.....	7,40
Chlorure de potassium...	0,16
Chlorure de calcium.....	0,17
Chlorure de magnésium..	0,50
Sulfate de chaux.........	0,27
Eau....................	91,50
	100,00

Composition de la source salée de Lunebourg.

Chlorure de sodium.....	24,67
Chlorure de magnésium.	0,30
Sulfate de potasse.......	0,03
Sulfate de chaux........	0,35
Sulfate de magnésie.....	0,24
Carbonate de chaux, silice et oxyde de fer.......	0,11
Eau....................	74,30
	100,00

Pour extraire le chlorure de sodium des sources salées, il faut évaporer, avec le plus d'économie possible, l'eau qui tient le sel en dissolution. Le système qui sert à cette évaporation économique fut imaginé, au XVIe siècle, ainsi que nous l'avons dit, dans la partie historique de cette Notice, par un médecin allemand, Pierre Abith. Ce système, connu sous le nom de *graduation*, s'est conservé, presque sans aucun changement, depuis trois siècles jusqu'à nos jours.

Il faut nous hâter d'ajouter qu'il a fait son temps. On le conserve encore dans quelques salines de l'Allemagne, mais, en France, il est complétement abandonné. Le dernier *bâtiment de graduation* qui existât dans les salines de la Lorraine, a été supprimé en 1865. Aujourd'hui, en France et dans presque toutes les autres parties de l'Europe, le système du forage remplace les bâtiments de graduation. Aussi abrégerons-nous la description de ce système.

Le *bâtiment de graduation* a pour effet de produire, par la simple évaporation à l'air, un commencement d'évaporation de l'eau d'une source salée. Pour cela, on fait tomber cette eau d'une certaine hauteur, en la divisant le plus possible, pour qu'elle offre à l'action du vent une vaste surface. Tout se réduit donc à un amas de broussailles et de fagots disposés sous un hangar, qui l'abrite de la pluie. Le hangar n'a pas moins de 250 à 300 mètres de long, et une largeur de 8 à 10 mètres. On l'oriente de manière que le vent qui règne le plus souvent dans la localité, puisse frapper tantôt l'une, tantôt l'autre des deux faces latérales de l'amas de fagots.

L'eau salée est amenée, par une pompe, à la partie supérieure du hangar, dans une rigole de bois qui règne par-dessus les fagots et parallèlement à leur axe. Des trous sont percés dans les deux planches qui

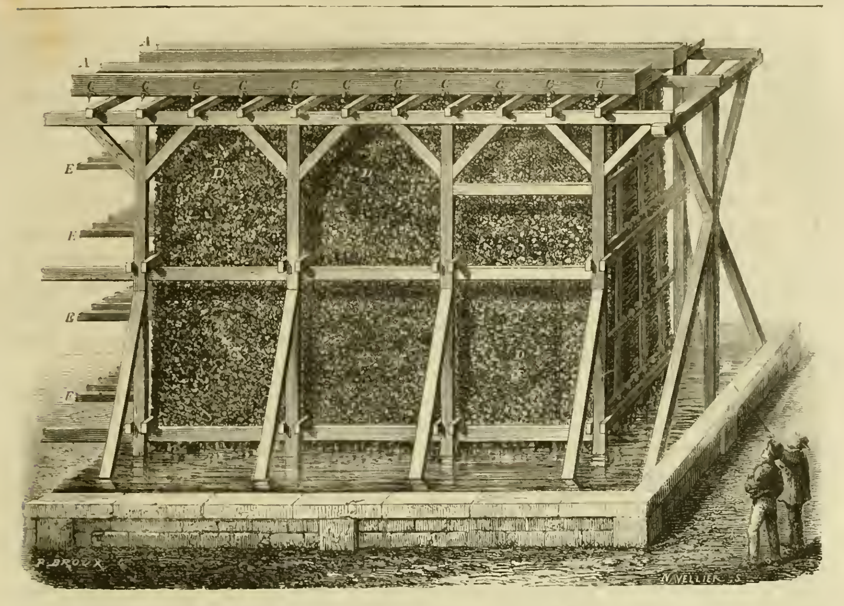


Fig. 353. — Batiment de graduation de la saline de Salzbourg.

servent à former chaque côté de la rigole ; et l'on peut, d'en bas, faire mouvoir ces planches au moyen d'une manivelle. En élevant l'une ou l'autre de ces planches percées de trous, on fait écouler l'eau sur l'un ou sur l'autre du côté des fagots, selon le vent qui souffle. L'eau salée tombe, de cette manière, sous forme de petits filets, sur les fagots d'épines ; elle s'éparpille dans sa chute, et mouille toute la surface des fagots, en présentant une grande surface à l'action du vent.

Une seule chute ne suffirait pas pour amener l'eau à la densité nécessaire. Après la première chute, une pompe reprend donc la même eau, dans le bassin où elle s'est rassemblée en tombant des broussailles, et elle la ramène sur une autre série de fagots.

Au bout de sept à huit de ces chutes successives, l'eau a atteint une densité représentée par 14 à 20 degrés de l'aréomètre de Baumé.

Il serait inutile de pousser l'évaporation plus loin, car la quantité d'eau qui pourrait s'évaporer ne représenterait pas la perte qu'on éprouve pendant cette chute, par l'effet du vent, qui, disséminant toujours au loin une partie du liquide, en fait perdre une quantité notable.

Quand l'eau est arrivée à ce degré de densité, il faut terminer son évaporation au moyen du feu.

Le *bâtiment de graduation* est ordinairement partagé en deux parties, dans le sens de sa longueur. On fait couler sur la première rangée de fagots les eaux sortant de la source, et dans la deuxième celles qui ont subi une première chute. Les pompes sont placées dans l'intervalle des deux rangées ; elles sont mues ordinairement par une roue hydraulique.

Pour donner un exemple du degré de con-

traction que prend une eau salée par ces chutes successives, nous citerons une expérience faite dans l'usine de Soolen, près d'Alendorff (duché de Hesse).

Cette eau salée, en sortant de la source, et au moment où on la déversait sur le premier amas de broussailles, renfermait 4 p. 0/0 de sel.

Après la première chute, elle contenait 5,42 p. 0/0 de sel.

Après la deuxième, 31 p. 0/0;

Après la troisième, 10;

Après la quatrième, 13;

Après la cinquième 17;

Après la sixième, 22.

Nous n'avons pas besoin de dire que la puissance d'évaporation dépend de la température de l'air. On ne peut donc faire fonctionner un bâtiment de graduation pendant les journées froides et humides de l'hiver. Aussi estime-t-on qu'il n'y a guère que deux cents jours dans l'année pendant lesquels un bâtiment de graduation produise un travail utile.

D'après les calculs approximatifs, la quantité d'eau que peut évaporer pendant un an ou deux cents jours seulement de travail, 1 mètre carré de surface de l'un des côtés du mur de fagots, est de 8 à 10 mètres cubes. On a constaté que sur cette quantité d'eau vaporisée, un dixième environ est perdu, par suite de la dispersion occasionnée par le vent, ce qui représente une perte de sel proportionnelle.

En s'évaporant sur les fagots de broussailles, l'eau dépose toujours du sulfate de chaux. Sur les premiers fagots, ce sulfate de chaux est mélangé de carbonate de chaux et d'oxyde de fer. On est obligé de débarrasser de temps en temps les fagots de ces dépôts terreux, qui finiraient par les obstruer. Mais comme il n'est pas toujours possible de les nettoyer, il est plus simple de les remplacer au bout d'un certain temps.

Les fagots doivent être composés d'un bois dont la surface soit irrégulière, pour que les gouttes d'eau ne se réunissent pas, ce qui nuirait à l'évaporation. C'est le *prunier noir* que l'on choisit de préférence, en Allemagne, pour cet usage. Les fagots sont placés sur des claies horizontales, supportées par des montants verticaux. Sans ces supports, les fagots inférieurs auraient à soutenir une trop grande pression; ils se tasseraient et ne seraient plus assez perméables au liquide. Ces claies horizontales donnent, en même temps, la facilité de remplacer les fagots chargés d'incrustation.

La figure 353 représente un bâtiment de graduation, tel que nous venons de le décrire, et qui existe dans la saline de Salzbourg, dans le duché de Hesse. E, E, E, E, sont les claies horizontales, portées sur les montants verticaux. L'eau arrive dans la rigole supérieure, A, et se déverse sur l'autre côté des fagots. B, est le bassin qui reçoit l'eau après sa chute; C, C, C, les filets d'écoulement de l'eau; D, la masse de fagots. Par le mécanisme fort simple que nous avons expliqué, une planche de la rigole A, que l'on peut faire mouvoir d'en bas, donne à volonté l'écoulement à l'eau sur l'un ou l'autre des côtés du fagot. Une pompe sert à élever l'eau du bassin, B, après sa première chute, et à la ramener dans la rigole inférieure, pour la faire retomber sur une autre série de fagots.

Il est bon de faire remarquer que les bâtiments de graduation n'ont pas seulement pour but de concentrer les eaux salines. Par cette extrême division au milieu de l'air, l'eau salée perd le gaz acide carbonique libre qu'elle contenait, ce qui détermine la précipitation des carbonates de chaux, de fer et de magnésie. On sait que les carbonates de chaux, de magnésie, ainsi que l'oxyde de fer, sont maintenus en dissolution dans les eaux naturelles, potables ou non, par le gaz acide carbonique. Ce gaz acide carbonique est dissous dans l'eau par la pression qu'il subit à

l'intérieur du sol. Mais quand il est amené à l'air libre, la pression cessant, le gaz acide carbonique, qui dissolvait les carbonates de chaux, de magnésie, de fer, se dégage et les sels se précipitent.

Le sulfate de chaux se sépare également des eaux salées pendant leur concentration dans les bâtiments de graduation ; de sorte qu'en définitive, l'eau arrive dans les chaudières privée de la plus grande partie des éléments étrangers au sel marin et presque réduite à la substance utile.

Les inconvénients des bâtiments de graduation pour l'évaporation des eaux salées sont aujourd'hui bien connus. Il y a d'abord une perte notable de l'eau, perte qui augmente avec la hauteur de la chute et la force du vent. Cette perte n'est jamais moindre de 10 p. 0/0 du volume de l'eau, et elle peut aller jusqu'à 20 p. 0/0. En outre, la lenteur de ce procédé, l'espace énorme qu'il exige, ainsi que l'entretien des bâtiments, sont des inconvénients immenses inhérents à ce système.

On a fait, de nos jours, cette découverte, fondamentale dans la question, que la minéralisation des eaux salées augmente avec la profondeur des terrains à laquelle on les capte. Une eau ou une fontaine salée coulant à la surface du sol, est toujours peu chargée de sel. Mais si, sur le même point, on perce un trou de sonde, qui aille atteindre une nappe profonde de la même eau, cette eau aura une salure huit à dix fois plus considérable que celle qui coule librement à la surface du sol. De là, cette conséquence qu'il faut substituer le forage au système d'évaporation des sources coulant à la surface du sol. Les progrès immenses qu'a faits l'art du sondeur, et la précision qu'ont acquise les connaissances géologiques, ont amené, de nos jours, les propriétaires de salines à abandonner le procédé long et pénible que nous venons de décrire, et à lui substituer la méthode du forage, qui donne, du premier coup, une eau aussi chargée de sel que l'eau de la mer, et que l'on peut, par conséquent, diriger immédiatement dans les chaudières, pour la concentrer par la chaleur et l'amener à cristallisation.

Nous ne terminerons pas ce sujet sans signaler une légère modification de ce procédé, modification qui a été réalisée, depuis plus de deux siècles, dans les salines de Moustiers, en Savoie. Dans cette usine, on remplace les bâtiments de graduation par de simples cordes tendues verticalement. Cet artifice active singulièrement la vaporisation de l'eau. On fait couler continuellement les eaux salées le long de ces cordes. En raison du sulfate de chaux qui s'y dépose bientôt, la corde grossit, ce qui augmente peu à peu la surface d'évaporation. On enlève, avec un racloir, le sulfate de chaux, à mesure qu'il se dépose, et on fait couler de nouvelle eau sur la même surface.

Le bâtiment qui sert à évaporer l'eau salée, à Moustiers, est long de 90 mètres. Au sommet du bâtiment sont placés des canaux de 13 centimètres de large, espacés entre eux de 13 centimètres. Des cordes sans fin de 7 à 8 millimètres de diamètre, passent dans des trous percés dans ces canaux, et sont maintenues par des solives au bas du bâtiment. Il y a dans la toiture 24 fermes, dans l'intervalle desquelles se trouvent douze canaux, portant 23 cordes chacun, ce qui fait 46 longueurs de cordes pour chaque canal. Comme chaque corde a 8 mètres 1/4 de longueur, il a fallu plus de 100,000 mètres de corde pour construire tout ce réseau évaporatoire.

Une *noria* élève l'eau, au moyen de seaux, et la fait arriver dans un canal qui règne dans toute la longueur du bâtiment. Ce canal la distribue dans d'autres plus petits, qui se trouvent entre chaque ferme. De là, l'eau passe dans les canaux qui supportent

les cordes, et qui sont munis d'échancrures, par lesquelles l'eau coule sur les cordes.

Les cordes verticales ont l'avantage d'éviter la perte d'eau déjà concentrée qui se fait dans les bâtiments de graduation, au moment des dernières chutes, par suite de l'évaporation et de l'éparpillement des gouttelettes entraînées par le vent. Aussi, à Moustiers, pousse-t-on le degré de concentration beaucoup plus loin que dans les bâtiments de graduation de l'Allemagne. On avait même essayé, à Moustiers, de terminer l'évaporation le long de ces mêmes cordes : on voulait y faire cristalliser le sel lui-même. Mais on a dû renoncer à cette innovation ; et aujourd'hui l'évaporation se termine dans les chaudières, comme dans les autres salines.

CHAPITRE VI

ÉVAPORATION DANS DES CHAUDIÈRES DES LIQUEURS SALÉES PROVENANT SOIT DU FORAGE, SOIT DES SOURCES ET FONTAINES SALÉES. — RÉACTIONS QUI SE PRODUISENT PENDANT L'ÉVAPORATION DES LIQUEURS SALÉES. — DISPOSITION DES CHAUDIÈRES EN ALLEMAGNE ET EN FRANCE. — CRISTALLISATION ET DESSICCATION DU SEL.

Quel que soit le moyen que l'on ait employé pour se procurer une solution concentrée de chlorure de sodium : lavage des argiles salifères, forage, bâtiment de graduation, ou simples cordes, il faut, pour obtenir le sel sous sa forme ordinaire, terminer par l'action de la chaleur l'évaporation de l'eau. Nous consacrerons ce chapitre à la description des appareils qui servent à cette évaporation.

Les chaudières destinées à l'évaporation de l'eau salée, sont construites à peu près de la même manière en tous pays. Nous décrirons celles qui servent dans les salines de l'Allemagne et de la France.

Les quantités d'eau à évaporer étant considérables, les chaudières destinées à l'évaporation des eaux salines, présentent toujours une très-grande surface d'évaporation et une très-grande surface de chauffe. Cela revient à dire que les chaudières sont d'immenses bassins plats. Leur profondeur ne dépasse pas en général 40 centimètres ; et leur surface, quelle que soit la forme que l'on donne au bassin, est énorme. Dans les salines de l'Autriche, la surface du fond, ou *surface de chauffe*, a plus de 150 mètres carrés.

Ces chaudières sont en fonte ou en tôle. Les feuilles de tôle sont réunies au moyen de rivets ; celles de fonte sont formées de plaques, que l'on assemble par des boulons.

En raison de sa grande largeur et de sa faible épaisseur, une chaudière semblable a besoin d'être soutenue en certains points. La chaudière repose donc, outre l'assiette naturelle fournie par les parois du four, sur un certain nombre de piliers supplémentaires, en briques ou en fonte. Quelquefois même, quand l'intervalle qui sépare ces piliers, et entre lesquels brûle le combustible, est trop considérable, le fond de la chaudière porte un certain nombre de tirants verticaux en fer, que l'on rattache au toit de fer du bâtiment.

Il est très-important d'obtenir un dégagement rapide des vapeurs, pour éviter ce qui se passe nécessairement dans une vaste chaudière d'évaporation. Il arrive souvent que les vapeurs, refroidies par l'air, se condensent, et retombent dans le liquide qui les a fournies, ce qui amène de grandes pertes de chaleur. Pour éviter cet inconvénient, on recouvre les chaudières destinées à évaporer les eaux salées, d'une vaste hotte en planches, qui se rétrécit ensuite et se termine par une sorte de tuyau de cheminée. Grâce au tirage que provoque ce tuyau, la vapeur d'eau, rapidement emportée au dehors, n'a pas le temps de se condenser et de retomber dans la chaudière.

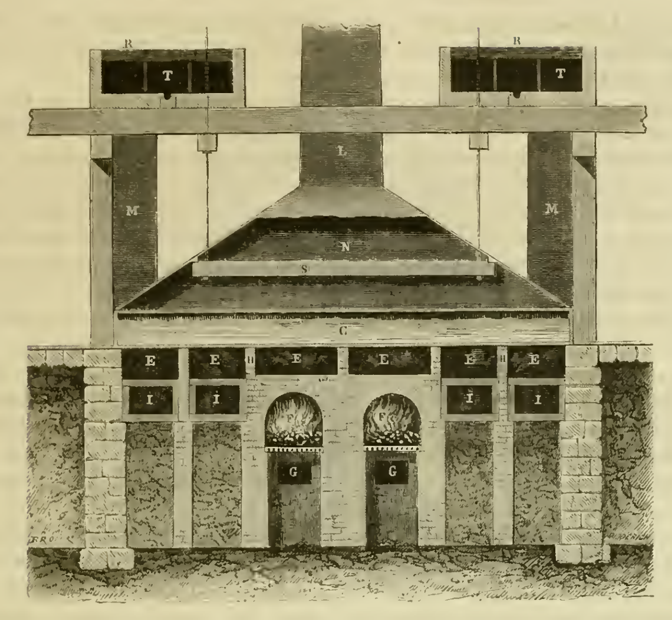


Fig. 354. — Chaudière des salines de Bavière.

Cette hotte ne repose pas, d'ailleurs, sur la chaudière même. Pour éviter de la charger d'un tel poids, on suspend la hotte par des tirants verticaux en fer, à la charpente du bâtiment.

Quant à la manière dont est disposé le foyer, on s'arrange pour produire une flamme aussi longue que possible, qui aille se répandre librement dans l'espace situé au-dessous du fond de la chaudière. Le foyer est placé au milieu de la chaudière. La flamme s'élève verticalement, et gagne de là les deux côtés du fond de la chaudière. On modère le tirage au moyen de registres, pour ne pas atteindre une trop haute température.

Nous représentons ici (fig. 354) la coupe d'une des grandes chaudières employées en Bavière pour l'évaporation des eaux salées. Cette chaudière n'a pas moins de 20 mètres de longueur, sur 6^{m},5 de largeur. C, est le corps de la chaudière reposant, outre le support que lui donnent les murs d'enceinte, sur les piliers, H, H. Elle est chauffée par deux foyers, F, F, accolés, mais séparés et chauffés chacun par son combustible, sur une grille particulière, G, G. La flamme et les gaz chauds circulent dans les carneaux, E, E, et n'arrivent ainsi dans le tuyau de cheminée, MM, qu'après avoir parcouru trois fois l'étendue du fond de la chaudière. L'air chaud qui s'échappe par le tuyau de la cheminée, M, traverse un espace T. Cet espace, ainsi chauffé, est un *séchoir*, dans lequel on porte le sel cristallisé, pour le dessécher. Sur le toit qui recouvre le séchoir on étale une certaine quantité de sel, R; de sorte qu'à l'intérieur comme à l'extérieur de ce séchoir la chaleur est utilisée.

On remarque, au-dessous des carneaux de flamme, E, E, deux conduits à section rec-

tangulaire, I, I. Ils servent à échauffer préalablement l'air qui doit s'introduire sous les grilles des foyers, G, G. Cet air parcourt les conduits I dans toute leur longueur, et ne s'introduit sous le cendrier, G, qu'après s'être considérablement échauffé. Ainsi alimenté par de l'air chaud, le charbon donne plus de chaleur, et le foyer n'est pas refroidi.

Pour donner une idée de la façon dont sont disposées les hottes par-dessus les fourneaux, nous donnerons ici (fig. 355) la coupe de la hotte en planches des chaudières d'évaporation employées dans les salines de Bavière. B, D, sont les hottes, composées de parties rectangulaires prismatiques, B, et d'une partie pyramidale, D. Ces hottes qui surmontent les chaudières, A, A, ne portent pas, ainsi que nous l'avons dit, sur la chaudière même. Elles sont supportées, en partie, par des montants sur les massifs en maçonnerie de ces chaudières, et en partie par des montants recourbés, *f*, *g*, reliés par leur extrémité supérieure à la charpente du bâtiment.

Suivons maintenant l'évaporation des dissolutions salines dans les chaudières. Il y a là une série de phénomènes qu'il importe de mettre en relief.

Quand l'eau commence à bouillir, on voit s'y produire tout aussitôt une écume, provenant des matières organiques contenues dans l'eau de la source salée, matières que l'ébullition coagule ou décompose. Quelques saliniers jugent bon d'ajouter un peu de sang de bœuf, c'est-à-dire d'albumine, pour hâter la séparation de cette matière coagulable, de même que dans les sucreries on clarifie avec de l'albumine les liqueurs sucrées cristallisables.

L'évaporation continuant, il se fait un dépôt abondant de sulfate de chaux. Ce sel se combine avec du sulfate de soude et forme ce composé, si connu dans les salineries, qui porte le nom de *schlot*. Le *schlot* est une combinaison de sulfate de chaux et de sulfate de soude, combinaison insoluble dans l'eau.

L'ouvrier saunier, armé d'un long râble, retire le *schlot* de la liqueur bouillante, et le dépose dans de petits augets en tôle percés de trous, qui sont suspendus au-dessus de la liqueur bouillante. Par ce moyen, la petite quantité de chlorure de sodium que retient le *schlot* est dissoute par les vapeurs d'eau qui se dégagent de la chaudière, et retombe dans cette même chaudière.

Cette opération porte le nom de *schlotage*.

Au bout de 15 à 20 heures, on introduit dans la chaudière de nouvelles eaux salées provenant de la source, de manière à rétablir le niveau de l'eau qui s'était abaissé par évaporation. Cette nouvelle eau salée donne un second *schlot* que l'ouvrier enlève avec son redable, et réunit au premier. Le second *schlotage* dure 8 à 10 heures.

L'opération qui termine s'appelle le *salinage*. Elle consiste à achever l'évaporation et à transvaser le liquide dans des bassins où le sel doit cristalliser. Le *salinage* dure plusieurs jours.

Le sel cristallise en *trémies* si l'on n'a pas troublé sa cristallisation, et en grains plus ou moins fins si on l'a empêché de cristalliser, en poussant plus ou moins le feu, ou en agitant la liqueur pendant les derniers temps de l'évaporation.

Pendant la fin de l'évaporation, une certaine quantité de *schlot* continue de se former, et s'attache au fond des chaudières. Au bout de 12 ou 15 cuites il faut détacher ce *schlot*, car les chaudières ainsi encroûtées conduiraient mal la chaleur, et donneraient lieu à des soubresauts pendant l'évaporation. Ce dépôt, connu sous le nom d'*écailles*, s'enlève à coups de ciseaux, non sans dommage pour la chaudière.

Comme le chlorure de sodium n'est guère plus soluble à chaud qu'à froid, on ne peut

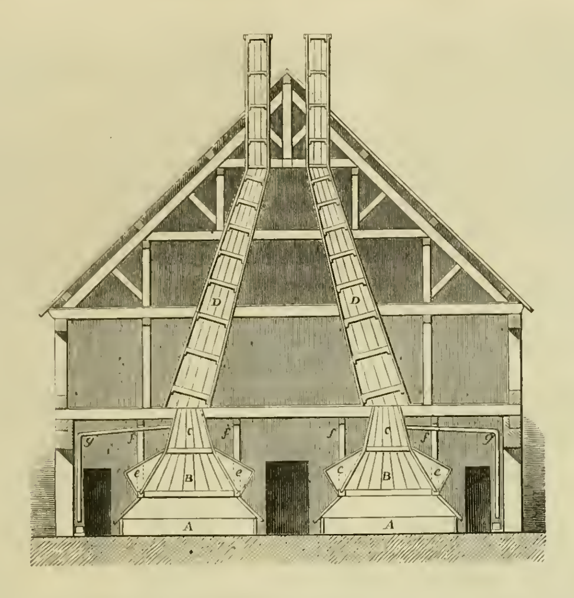


Fig 355. — Hotte des chaudières d'évaporation employées dans les salines de Bavière.

l'obtenir en cristaux que par une évaporation lente. La forme et la grosseur des cristaux qui constituent ce que l'on appelle le *grain de sel*, dépendent donc de la manière dont cette évaporation est conduite. Les cristaux ne se forment qu'aux points mêmes où s'opère l'évaporation, et là où la température est plus basse, c'est-à-dire à la surface du liquide.

Au début, les cristaux de chlorure de sodium sont de petits cubes, qui ne s'accroissent successivement qu'aux dépens de la partie de la masse du liquide voisine de sa surface. Si l'évaporation est poussée avec activité, ces cristaux tombent au fond de la liqueur saline, et par suite de leur éloignement de la surface extérieure, ils ne peuvent plus s'accroître. On obtient, dans ce cas, du *sel fin*. Si au contraire on laisse l'évaporation se faire très-lentement, les petits cubes restent à la surface du liquide et de nouvelles particules cristallines viennent à chaque instant s'implanter sur les premiers.

L'augmentation successive d'un cristal de chlorure de sodium pendant ces différentes périodes est représentée ici par les fig. 356-361. On appelle *trémie* la réunion régulière de petits cubes que représentent les figures 360-361.

Telle est la forme que revêt habituellement le sel dans les cristallisoirs. Il arrive aussi que ces trémies, s'accolant par leur base creuse, forment des masses affectant la forme de parallélipipèdes ou de gros cubes.

L'évaporation rapide que l'on fait dans les salines de l'Est donne des cristaux fins et confus, tandis que l'évaporation lente qui s'opère dans les marais salants, donne du sel en gros cristaux. Cette différence s'explique par les considérations précédentes.

L'eau mère au sein de laquelle se sont

formés ces cristaux, est très-impure. Elle renferme nécessairement tous les sels étrangers qui étaient contenus dans toute la cuite. Autrefois, ces eaux mères étaient rejetées. On les conserve aujourd'hui dans quelques fabriques, pour en retirer du sulfate de soude, de l'iode ou du brome. Mais le traitement de ces eaux pour en retirer de tels produits, est fort difficile. Il ne se pratique pas ordinairement avec les eaux mères provenant de l'évaporation des eaux de sources salées, mais avec les eaux mères des marais salants de l'Ouest ou du Midi.

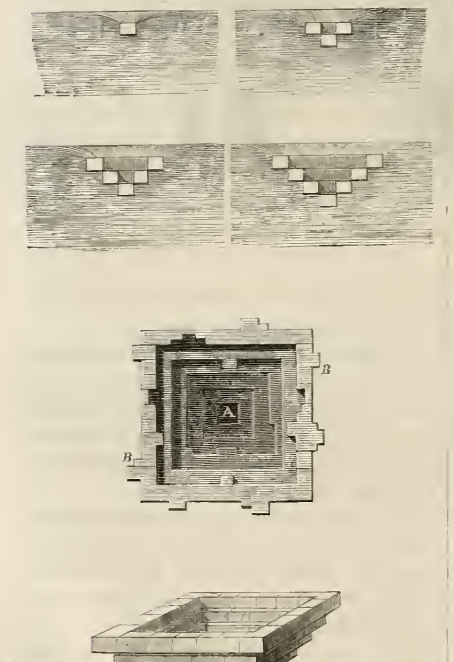


Fig. 356 à 361. — Formation d'une trémie de sel.

Il ne reste plus qu'à dessécher le sel retiré des eaux mères. Il suffit, pour cela, de le laisser séjourner dans le séchoir que l'on a vu représenté sur la figure 354 (T). D'autres fois, pour dessécher le sel, on se contente de l'exposer dans un des carneaux du foyer.

En Autriche, en raison des habitudes locales qui font que le sel est vendu en pains pyramidaux ou coniques, fortement agglomérés, au lieu de se borner à dessécher le sel, on le chauffe à une température qui correspond à la fusion du plomb, ce qui constitue une véritable calcination, et même un commencement de décomposition du produit. Pour cette opération, le sel est soumis, dans des étuves spéciales, à une température très-élevée.

Mais un tel usage est spécial à l'Autriche. Dans les autres parties de l'Allemagne, comme dans le reste de l'Europe, on vend le sel imparfaitement desséché et en cristaux plus ou moins fins.

Nous venons de faire connaître les procédés d'extraction du sel des eaux des sources salées de l'Allemagne et de représenter (*fig.* 355 et 356) les chaudières en usage chez nos voisins pour l'évaporation des liqueurs salées. Ces mêmes procédés de concentration des liqueurs et de cristallisation des eaux concentrées se retrouvent en France et en Angleterre, et les appareils évaporatoires, c'est-à-dire les chaudières, ont à peu près la même disposition.

Nous représentons ici (fig. 362) la chaudière évaporatoire employée dans les salines de l'est de France. En Lorraine, les chaudières pour l'extraction du sel s'appellent des *poêles* ou *poêles à sel*. Ce sont d'immenses bassins plats, composés de lames de tôle assemblées par des rivets. Comme en Allemagne, chaque *poêle à sel* est enveloppée d'une énorme hotte en planches qui dérobe aux yeux la surface du liquide soumis à l'action de la chaleur. Pour que l'ouvrier puisse surveiller le progrès de

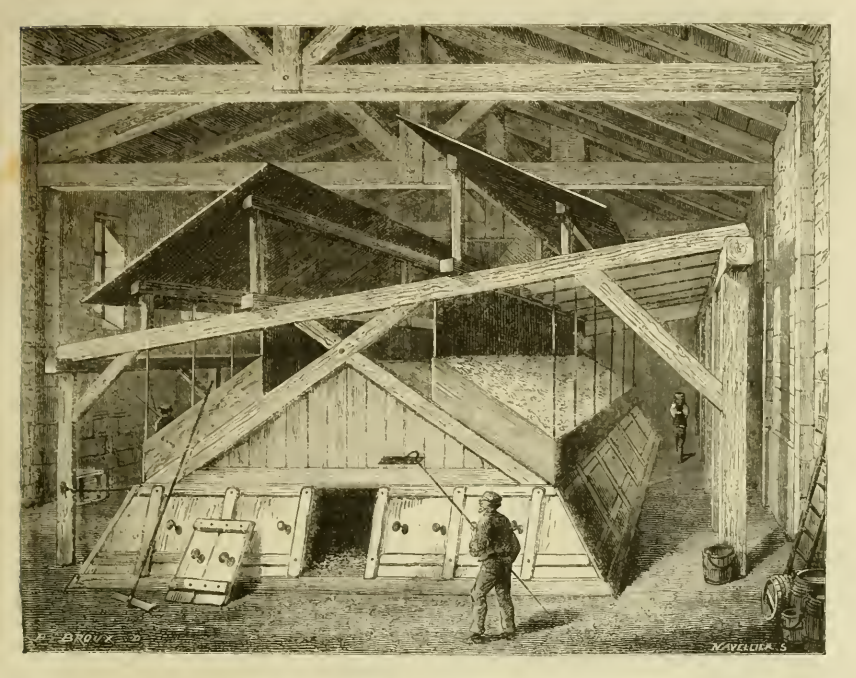


Fig. 362. — Une poêle à sel en Lorraine.

l'évaporation et retirer le sel, au fur et à mesure de sa précipitation, chaque poêle est pourvue de panneaux mobiles, indépendants les uns des autres. Le saunier faisant glisser la porte sur ses roulettes découvre la chaudière et peut agir sur le liquide. Mais, le travail accompli, il referme aussitôt la porte, pour éviter toute déperdition de chaleur.

La hotte qui surmonte chaque poêle se termine par un conduit de bois qui amène la vapeur d'eau au dehors, et l'empêche de se condenser à l'intérieur de cette capacité, de retomber dans la chaudière à l'état liquide, ce qui entraînerait, comme nous l'avons dit, de grandes pertes de chaleur.

Les poêles en usage dans l'Est sont rectangulaires, et ont, en général, 15 à 16 mètres de long, 6 à 8 mètres de large et 30 à 60 centimètres de profondeur. Elles sont formées de plaques en tôle, de 6 millimètres, assemblées par des rivets.

Chaque poêle est ordinairement pourvue de deux foyers distincts. La flamme est dirigée sous la poêle par un système de cloisons qui la forcent à revenir sur son trajet, et à parcourir plusieurs fois la longueur de la poêle avant de s'échapper dans la cheminée. C'est la même disposition que l'on a vue représentée sur la figure 354 (page 573) qui représente la chaudière des salines d'Allemagne.

Les poêles sont, avons-nous dit, recouvertes d'une hotte en planches, supportée par un cadre en forts madriers ; ce cadre est suspendu lui-même, par des étriers en fer, à

la charpente du bâtiment. Des cheminées en planches font suite à la hotte et emmènent au dehors les vapeurs d'eau qui se dégagent de la poêle. La hotte est suspendue à une certaine hauteur au-dessus de la poêle, de sorte que l'espace intermédiaire est complétement libre.

Les hottes en planches qui recouvrent les poêles portent le nom d'*évaporatoires*. Elles sont utilisées pour l'égouttage et la dessiccation du sel qui vient d'être récolté. Le sel, étalé sur leur surface inclinée, se sèche rapidement.

La figure 263 montre quelle est la disposition du sel mis à sécher sur les *évaporatoires*.

CHAPITRE VII

L'EXTRACTION DU SEL DES SOURCES ET FONTAINES SALÉES DANS L'EST DE LA FRANCE ET DANS LES BASSES-PYRÉNÉES. — ÉTAT ACTUEL DE L'INDUSTRIE SAUNIÈRE DANS LES DÉPARTEMENTS DE LA FRANCE ADONNÉS A CETTE INDUSTRIE.

Les détails descriptifs que nous venons de donner sur l'exploitation du sel provenant des sources et fontaines salées, vont nous permettre de donner une idée exacte de l'état actuel de l'industrie salicicole, dans les différentes parties de la France où elle est en activité.

Nous possédons, dans les départements de l'Est, le Jura, le Doubs, la Haute-Saône et la Meurthe, comme aussi dans les départements du Sud-Ouest, plusieurs groupes de gîtes salifères. Les mines de sel gemme de l'Est et les zones de sources salées que cette région possède, s'étendent depuis les Vosges jusqu'au Jura, et constituent le *groupe salifère de l'Est*.

Les mines de sel embrassent le territoire des dix départements de l'Est. Les principales salines en exploitation sont :

1° Dans la Meurthe, celles de Dieuze, de Vic et de Moyenvic ;

2° Dans la Moselle, celles de Sarralde, de Saltzbronn et du Haras ;

3° Dans le Doubs, celle d'Arc ;

4° Dans le Jura, celles de Salins et de Montmorot ;

5° Dans la Haute-Saône, celles de Gouhenans et de Melecey.

Le mode d'exploitation de ces sources salées a varié selon les temps, ou plutôt avec les progrès de la science et l'état de l'industrie. Tantôt on a exploité les argiles salifères par le lessivage des terrains salés opéré dans les profondeurs de la mine, comme à Vic, à Montmorot, à Dieuze, à Salins; tantôt on a concentré l'eau des sources salées dans des bâtiments de graduation, comme à Montmorot; tantôt on a exploité le sel gemme par bancs, comme à Dieuze, où cette exploitation ne dura pourtant que quelques mois. Aujourd'hui, tous ces modes d'exploitation sont abandonnés ; ils sont remplacés par le système de forage du trou de sonde et par l'évaporation immédiate, dans les poêles, de l'eau extraite par la pompe.

Nous allons parcourir les exploitations salifères de l'est de la France, particulièrement celles qui sont situées dans le Jura (Montmorot, Salins et Crozan), celles du Doubs (Arc et Senans), celles de la Haute-Saône (Gouhenans et Melecey-Fallon).

Chacune de ces salines est alimentée par un vaste banc d'argiles salifères, dont l'exploitation se fait par dissolution, au moyen d'un trou de sonde qui va atteindre le gîte de sel.

Dans le trou de sonde, on fait arriver de l'eau douce, qui dissout le sel. Il se produit, ainsi que nous l'avons expliqué, une vaste excavation interne, qui se remplit de dissolution de sel. La pompe placée à l'orifice du trou de sonde, comme on l'a vu plus haut (fig. 352, page 565), extrait l'eau salée, et l'on remplace, au fur et à mesure, avec de

l'eau douce introduite dans le trou de sonde, par l'espace annulaire, l'eau salée que l'on a retirée. Au bout de quelques années d'exploitation, l'excavation produite à la base du trou de sonde par la disparition du sel, s'agrandit et devient assez vaste pour fournir sans interruption une dissolution presque saturée.

Les salines de Montmorot, Salins et Gouhenans n'ont jamais été exploitées que par dissolution. Le gîte salifère de Fallon était autrefois exploité par puits et galeries, mais la mine fut inondée par des eaux souterraines. Ce qui parut alors un accident irrémédiable, est aujourd'hui mis à profit; le tuyau d'aspiration de la pompe est installé dans le puits qui servait autrefois à l'extraction du sel en roche.

Après une extraction active et prolongée, le degré de saturation de l'eau fournie par un trou de sonde peut fléchir sensiblement; mais il suffit de laisser reposer un peu le trou de sonde, pour que ce degré remonte très-près de la saturation.

Les eaux salées extraites du trou de sonde contiennent, en même temps que du chlorure de sodium, divers sels étrangers : du sulfate de chaux, du sulfate de magnésie, du chlorure de magnésium. Mais ces sels étrangers sont en proportion incomparablement moindre que dans l'eau de mer. Les eaux de Gouhenans, notamment, sont d'une pureté remarquable : elles ne contiennent pas une proportion appréciable de sulfates et seulement une quantité très-faible de chlorure de magnésium.

Les eaux élevées au jour par les pompes sont emmagasinées dans de grands réservoirs, ordinairement en bois, qui portent le nom de *bessoirs*. De ces réservoirs, les eaux sont conduites par des tuyaux aux *poêles*, dans lesquelles elles sont évaporées par le feu.

Nous avons dit que pendant l'évaporation dans les chaudières, il se fait toujours un dépôt nommé *schlot*, provenant du sulfate de chaux, et que ces incrustations qui se déposent au fond des poêles, y forment des couches très-adhérentes, qui forcent d'arrêter l'opération. On prévient ces dépôts terreux en *chaulant* les eaux, c'est-à-dire en les traitant par un lait de chaux, avant de les introduire dans les poêles.

Voici ce qui arrive quand on traite les eaux salées par un lait de chaux avant de les évaporer : le sulfate de magnésie est décomposé par la chaux; la magnésie, insoluble dans l'eau, se précipite en totalité, et l'acide sulfurique forme du sulfate de chaux, insoluble, qui se précipite. L'eau est, par conséquent, en grande partie privée de sulfate de chaux.

Le *chaulage* se fait dans les réservoirs. On laisse les eaux s'éclaircir par le dépôt de la magnésie, du sulfate de chaux et de la chaux en excès, avant de les envoyer aux chaudières.

Le *chaulage* n'est pratiqué qu'à Montmorot. Les eaux de Salins étant beaucoup moins chargées de sulfates que celles de Montmorot, on se dispense de les *chauler*. A Gouhenans, le chaulage est inutile, puisque les eaux sont exemptes de sulfates.

En faisant varier la température et la durée de l'évaporation, on obtient, dans les salines de l'Est, un sel plus ou moins gros. On distingue ordinairement, d'après la grosseur du grain, quatre variétés de sel ignigène : *gros*, *moyen*, *fin* et *finfin*.

Dans la plupart des salines, le sel *finfin* est obtenu par ébullition. La surface du liquide étant constamment agitée par le dégagement des bulles de vapeur, les cristaux qui viennent s'y former se précipitent presque aussitôt au fond de la poêle. Dans la fabrication du sel *finfin*, la récolte est continue : un ouvrier ramène constamment les cristaux vers le bord de la poêle, à l'aide d'un redable en tôle, et il les retire immédiate-

ment au moyen d'une pelle percée de trous comme une écumoire. Les grains de sel enlevés de cette manière au fur et à mesure de leur formation, n'ont pas le temps de se nourrir et de grossir.

En raison de son mode de fabrication le sel *finfin* est souvent désigné sous les noms de *sel d'ébullition* ou de *sel à la minute*.

A Montmorot, le sel *finfin* n'est pas obtenu par ébullition : l'eau n'est portée qu'à la température de 85 degrés. L'agitation qui est indispensable est produite par le *spatulage*.

Cette dernière opération se fait au moyen d'une sorte de redable formé d'une planchette rectangulaire en bois, implantée à l'extrémité d'un long manche, également en bois. L'ouvrier frappe l'eau tangentiellement avec ce redable ; il projette ainsi en l'air une nappe mince, qui s'épanouit et retombe en pluie sur la surface du liquide, de sorte que les cristaux menus qui viennent de s'y former sont immédiatement précipités au fond. Le *spatulage* produit donc le même effet que l'ébullition.

Les variétés de sel, *fin*, *moyen* et *gros*, s'obtiennent toutes trois de la même manière ; il n'y a de différence que dans la durée du séjour des cristaux dans la poêle et dans la température à laquelle l'eau est portée. Cette température est toujours inférieure à celle de l'ebullition. Ces variétés de sel s'obtiennent par l'évaporation. La température de l'eau pendant cette évaporation est d'autant moins élevée qu'on veut obtenir un grain plus gros.

L'opération n'est pas continue comme pour le sel *finfin :* on ne tire le sel qu'à des intervalles déterminés, d'autant plus longs naturellement qu'on veut obtenir de plus gros cristaux.

Dès qu'une récolte est terminée, on commence une nouvelle *cuite*. On remplit la poêle de la quantité d'eau normale, on élève la température au degré correspondant au grain qu'on veut obtenir, et on la maintient, aussi exactement que possible, à ce degré. On s'attache à obtenir une évaporation parfaitement régulière et uniforme. On évite toute agitation à la surface de la poêle ; à cet effet, les volets des *évaporatoires* sont soigneusement fermés. Au bout du temps fixé pour la durée de l'évaporation, on procède au tirage du sel. On ramène les cristaux vers les bords à l'aide d'un redable à long manche, qui permet d'atteindre le milieu de la poêle ; puis on le retire au moyen d'une pelle percée de trous.

Les durées des cuites et les températures d'évaporation correspondantes ne sont pas réglées absolument de la même manière dans toutes les salines (1). Voici les chiffres relatifs à Montmorot et à Gouhenans :

MONTMOROT.

	Durée des cuites.	Température d'évaporation.
Sel fin..........	24 heures.	80 degrés.
Sel moyen......	72 —	60 —
Sel gros........	5 à 8 jours.	45 à 50

GOUHENANS.

	Durée des cuites.	Température d'évaporation.
Sel fin..........	24 heures.	95 degrés.
Sel moyen n° 1..	48 —	85 —
Sel moyen n° 2..	72 —	80 —
Sel gros........	96 —	75 —

L'alimentation des poêles à sel fin se fait d'une manière continue. Un filet d'eau salée, convenablement réglé, maintient dans la chaudière une épaisseur d'eau constante. Cette épaisseur est de 22 centimètres à Montmorot et de 40 centimètres à Gouhenans.

Pour les poêles qui produisent des *sels d'évaporation*, l'alimentation est tantôt continue et tantôt intermittente.

(1) Nous empruntons ces détails sur la fabrication du sel dans les salines de l'Est à un *Rapport technique* rédigé par M. Matrot, ingénieur des ponts et chaussées, inséré dans le tome III[e] (page 268 et suivantes), de l'*Enquête sur les sels*, publié en 1869 par le Ministère de l'agriculture et du commerce.

Le sel étant retiré des *poêles*, il ne reste qu'à le sécher.

A mesure qu'on l'extrait des poêles, on l'étale sur les faces latérales inclinées des hottes ou *évaporatoires* (fig. 362, page 577). Il s'égoutte, et l'eau d'égouttage, recueillie par une rigole qui fait le tour de la hotte, retombe dans la poêle, par un petit tuyau qui débouche à l'un des angles de la rigole. Le sel placé sur les *évaporatoires* se sèche, non-seulement par égouttage, mais aussi par évaporation de l'eau qui baigne les cristaux. La chaleur que la vapeur de la chaudière communique à la hotte, produit cette dessiccation des cristaux. On utilise de cette manière, pour sécher le sel, une partie de la chaleur perdue des poêles.

Cette dessiccation est du reste incomplète. On laisse le sel s'égoutter sur les évaporatoires le plus longtemps possible ; mais on est bien vite obligé de l'enlever et de le porter au magasin, pour faire place au nouveau sel récolté. En général, le sel ne reste pas plus de vingt-quatre heures sur les hottes.

A Arc, le sel extrait de l'une des poêles, au lieu d'être mis à sécher sur la hotte, est placé sur des bancs inclinés disposés latéralement, mais il se sèche ainsi beaucoup moins vite que sur les *évaporatoires*.

Le sel ainsi séché en partie est accumulé dans des magasins, où sa dessiccation s'achève.

Les magasins sont des chambres rectangulaires en planches, traversées, à leur partie supérieure, par un petit pont en bois. Le sel y est amené par des wagonnets, qu'on vide du haut de ce petit pont. La porte de chargement est au niveau de l'atelier ; la porte de déchargement, au niveau de la cour d'expédition. Grâce à ces dispositions, les frais de mise en magasin et d'expédition sont extrêmement réduits.

Dans la Meurthe, les sels restent, en moyenne, trois mois en magasin, avant d'être livrés au commerce.

A Sarralbe (Moselle), les sels séjournent dans les magasins de quatre à six semaines.

Les magasins sont, dans certaines usines, pourvus d'un double plancher, laissant à la circulation de l'air un espace d'environ 20 centimètres d'épaisseur. Par cette disposition on obtient une dessiccation plus rapide.

Quelle est la durée d'une *campagne*, c'est-à-dire du temps où une chaudière peut fonctionner sans s'arrêter? On n'évacue ordinairement les eaux de la chaudière que quand il devient indispensable d'enlever les incrustations qui se sont formées au fond des chaudières.

C'est la nécessité d'*écailler* les poêles, bien plutôt que la densité des eaux mères, qui fixe le moment où l'on doit évacuer celles-ci et terminer la campagne. Les incrustations sont tellement adhérentes qu'il faut, comme nous l'avons dit, employer le ciseau et le marteau, pour les détacher.

Le temps pendant lequel on peut faire marcher une poêle sans détacher les incrustations, dépend de la composition des eaux, de la variété de sel qu'on fabrique, et du plus ou moins de régularité du chauffage.

A Gouhenans, on fait produire successivement à toutes les poêles tous les numéros de sel, en commençant par les plus fins, et la durée des campagnes est de trois à quatre semaines.

A Montmorot, chaque poêle est affectée à la production d'un type déterminé. Dans la poêle à sel *finfin*, où l'eau est constamment agitée, les incrustations se font difficilement ; aussi cette poêle marche-t-elle régulièrement six semaines sans être écaillée. Pour les poêles à sels fin, moyen et gros, il faut écailler d'autant plus souvent que la durée de chaque cuite est moindre. La durée des campagnes varie pour ces poêles de dix à trente jours. La densité des eaux mères s'élève jusqu'à 30 degrés Baumé.

A Salins, Arc et Grozon, on ne fabrique que du sel fin ou sel de vingt-quatre heures. La durée des campagnes est de dix à vingt jours.

Les eaux mères qui restent dans la chaudière après une campagne, sont, comme nous l'avons dit, quelquefois utilisées et le plus souvent perdues. Dans les salines du Jura et du Doubs (à Montmorot, Salins, Grozon et Arc), les eaux mères sont utilisées; on les dirige dans des cristallisoirs en bois, où elles laissent déposer du sulfate de soude. Des eaux mères de ce sulfate de soude lui-même, on peut retirer, par ébullition, du chlorure de sodium impur, qui n'est bon que pour la fabrication des produits chimiques ; puis, par refroidissement et cristallisation, du chlorure double de potassium et de magnésium.

Le traitement des eaux mères, à Montmorot, Salins, Grozon et Arc, n'a aucune importance. Le seul produit qu'on en retire est le sulfate de soude. Encore n'en fabrique-t-on, dans ces quatre salines, que 15 à 20 tonnes par an. Ce sulfate de soude est raffiné par une seconde cristallisation, et vendu comme produit pharmaceutique.

A Salins, la majeure partie des eaux mères est livrée à l'établissement de bains, qui l'emploie comme agent médicinal.

A Gouhenans, les eaux, étant exemptes de sulfate de soude, n'ont aucune valeur.

La consommation de combustible est naturellement d'autant plus élevée que les eaux sortant des trous de sonde sont moins riches en sel. A Montmorot, on consomme, par tonne de sel fin ou finfin, 500 kilogrammes de houille de Saint-Étienne. La consommation est un peu plus considérable pour le sel moyen et surtout pour le sel gros. A Gouhenans, on consomme moyennement 750 kilogrammes de cette houille par tonne de sel produit. La consommation de combustible n'est pas plus considérable pour le finfin obtenu par ébullition que pour le fin obtenu par simple évaporation. Comme à Montmorot, on constate que les sels d'évaporation coûtent d'autant plus en combustible qu'ils sont plus gros.

A Montmorot un mètre carré de surface de poêle produit par 24 heures :

Sel gros	13 kilogrammes.	
Sel moyen	32	—
Sel fin	55	—
Sel finfin	75	—

Passons aux salines du département des Basses-Pyrénées.

Ces salines n'ont pas une grande importance quant à leur production, qui ne dépasse pas 90 à 100 tonnes par année ; mais elles sont un précieux aliment de travail pour une population extrêmement pauvre.

Les salines, au nombre de 8, dans le département des Basses-Pyrénées, dont six à Briscous, une à Orthez, l'autre à Salies, sont à très-peu de distance les unes des autres, dans l'arrondissement de Bayonne. Elles sont placées sur un banc de sel gemme traversé par des sources dont l'eau se charge de sel. L'exploitation se fait au moyen de trous de sonde. L'eau qu'élèvent les pompes marque de 23 à 25 degrés à l'aréomètre.

Les procédés de fabrication sont les mêmes que dans l'Est, mais ils sont moins perfectionnés.

Dans une autre localité des Basses-Pyrénées, à Villefranque, on extrait le sel gemme par une galerie de mine, et l'on opère sa dissolution à la surface du sol.

On procède différemment pour cette dissolution, selon que le sel gemme extrait de la mine est menu ou gros. Le sel menu est beaucoup plus soluble que le gros, parce que, dans l'exploitation du gîte de sel gemme, les fractures des blocs se font de préférence dans les points les plus terreux. Pour dissoudre le

sel menu, on le place dans une caisse en bois percée d'orifices à la partie inférieure et sur les parois latérales, et on le soumet à l'action de l'eau projetée de haut en bas par une pomme d'arrosoir. Le liquide traverse la matière à dissoudre, en entraîne une certaine quantité, et se rend à la partie supérieure de bassins de 2 mètres à 2 mètres 30 de profondeur, où s'opère la dissolution du sel gros.

Ces bassins, construits en maçonnerie recouverte de ciment, sont, à $0^m,50$ au-dessous du bord, pourvus d'un grillage, destiné à recevoir les fragments de sel. C'est par le contact de ces fragments que la dissolution finit par se concentrer jusqu'à atteindre 24 degrés de l'aréomètre de Baumé.

Cependant la plus grande partie du sel fabriqué dans les Basses-Pyrénées provient de l'évaporation des eaux amenées à la surface du sol par un trou de sonde.

Les *poêles* qui servent à évaporer ces eaux salées sont chauffées au bois et non à la houille.

Dans les salines des Basses-Pyrénées, comme dans celles de l'est de la France, pour obtenir du gros sel, il faut que les cristaux formés restent longtemps en contact avec le liquide au milieu duquel ils nagent, et de plus, que ce liquide soit peu agité. Il faut donc une température relativement basse.

Le sel fin se produit, au contraire, dans une liqueur en état d'agitation perpétuelle, au contact de laquelle il reste peu de temps. La fabrication de ce sel exige donc une température relativement élevée.

Les *poêles* des Basses-Pyrénées ont une longueur qui varie de 15 à 24 mètres, la longueur la plus habituelle étant d'environ 20 mètres, et une largeur variant de 5 à 10 mètres, mais se maintenant, le plus souvent, entre 5 et 6 mètres. A Villefranque, pour la fabrication du sel fin de luxe (nommé *finfin* dans l'Est), on se sert d'une poêle qui a 6 mètres sur 4.

Les appareils de l'usine de Salies ont des dimensions beaucoup plus petites que celles qui viennent d'être indiquées.

Dans ces mêmes usines, outre le sel ordinaire dont nous avons donné la fabrication, on fabrique aussi, sur commande, un sel léger destiné aux contrées où l'usage est de vendre le sel à la mesure de capacité.

Ce sel s'obtient, comme le gros sel ordinaire, mais en gardant l'eau mère dans la poêle, et en clarifiant les liqueurs avec des blancs d'œufs.

La durée du séjour du sel dans les magasins dépend de la saison. A Villefranque et à Salies il n'y a presque pas de sel en magasin pendant l'hiver, c'est-à-dire à l'époque des salaisons. Il arrive même souvent qu'on livre au commerce le sel qui vient de sortir de la chaudière. En été, la vente est moins active, et les magasins se remplissent.

CHAPITRE VIII

EXTRACTION DU CHLORURE DE SODIUM DES EAUX DE LA MER. — PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DE L'EAU DE LA MER. — SA COMPOSITION CHIMIQUE AUX DIFFÉRENTES LATITUDES.

Les bancs de sel gemme, les argiles salifères, les fontaines salées, sont les sources de chlorure de sodium propres aux continents. Mais la grande source, l'inépuisable approvisionnement de chlorure de sodium, tout le monde le sait, c'est l'eau de la mer. Ce réservoir de chlorure de sodium est tellement colossal qu'auprès de sa masse incommensurable, les quantités de sel disséminées sous le sol des continents, ne sont que d'insignifiantes fractions. Lorsque le prix des transports sera suffisamment abaissé, lorsque les voies de communication rapide et économique se seront multipliées, il est

certain que le chlorure de sodium cessera d'être retiré des mines ou des fontaines salées, et que le produit extrait de la mer suffira à la consommation du monde entier, quelle que soit la situation du consommateur au point de vue géographique. En France, du reste, cet effet commence à se produire ; les sels recueillis sur nos côtes vont se mettre en concurrence avec les produits ignifères de l'Est, aux lieux mêmes de leur production, et ce qui existe déjà en France sur une petite échelle est l'indice certain de ce qui arrivera partout dans les siècles prochains.

Puisque c'est l'eau de mer qui est la grande source industrielle du chlorure de sodium, nous devons étudier avec un soin particulier cette eau, tant sous le rapport physique qu'au point de vue chimique.

Et d'abord quelle est la cause de la minéralisation de l'eau de la mer? D'où proviennent les substances salines qu'elle renferme en quantité si considérable? Voilà une question qui embarrasse singulièrement les gens du monde, et à laquelle tous les savants ne seraient pas en état de répondre.

Pour expliquer l'abondance des sels dans l'eau de la mer, il faut remonter à la formation même de notre globe : la cause de la salure de l'eau de la mer est une cause géologique.

A son origine première, notre globe était liquide et entouré de vapeurs de toutes sortes. En se refroidissant dans sa course à travers l'espace, il passa à l'état solide, et les vapeurs d'eau qui l'entouraient et lui faisaient une sorte d'atmosphère, se condensèrent et retombèrent en pluies brûlantes à sa surface. Ces eaux ruisselèrent sur toute l'étendue de la sphère terrestre, depuis les plus hautes montagnes jusqu'aux plus profondes anfractuosités du globe. Les pentes, les déclivités du sol, eurent ensuite pour résultat de réunir la masse de ces eaux dans les grandes vallées et dans toutes les parties basses du globe. Ainsi se formèrent les mers.

Mais les eaux qui avaient lavé toute la surface terrestre, avaient dissous tous les éléments solubles de cette surface. Par conséquent, les eaux accumulées dans ces cavités et bas-fonds que nous nommons les mers, se trouvèrent chargées de toutes les matières solubles qui existaient sur le sol du globe primitif.

Le même phénomène qui s'est produit aux temps les plus reculés de l'existence de notre planète, continue de nos jours. Les pluies tombant sur le sol, se chargent de tous les principes solubles qui s'y trouvent, puis les rivières et les fleuves les conduisent à la mer.

Ainsi l'eau de la mer est la grande eau minérale, c'est l'eau minérale par excellence ; elle renferme tout ce qui est susceptible d'être dissous par l'eau à la surface du globe. Étudions cette eau, sous le rapport de ses différentes propriétés.

L'eau de la mer a une odeur particulière, qu'on appelle *odeur de marée* et qui est sensible surtout près des côtes. Cette odeur rappelle celle des substances organiques en voie de décomposition. Elle est aussi incolore que l'eau pure quand on la regarde en petites quantités ; mais vue en grandes masses, elle présente une couleur bleue-verdâtre.

La couleur de la mer n'est pas identique partout, et les différences tiennent à diverses causes, telles que les substances organiques ou minérales qui tapissent le fond et dont la couleur est variable, ou les matières étrangères qui se trouvent mélangées dans la masse même de l'eau. La coloration de la mer Rouge s'explique, selon Ehrenberg, par la présence d'*oscillaires*, que l'on a rangés tantôt dans le règne végétal, tantôt dans le règne animal. La couleur légèrement rougeâtre qu'on remarque dans l'eau de la mer qui baigne les côtes de la Californie, est également attribuée à des animalcules micro-

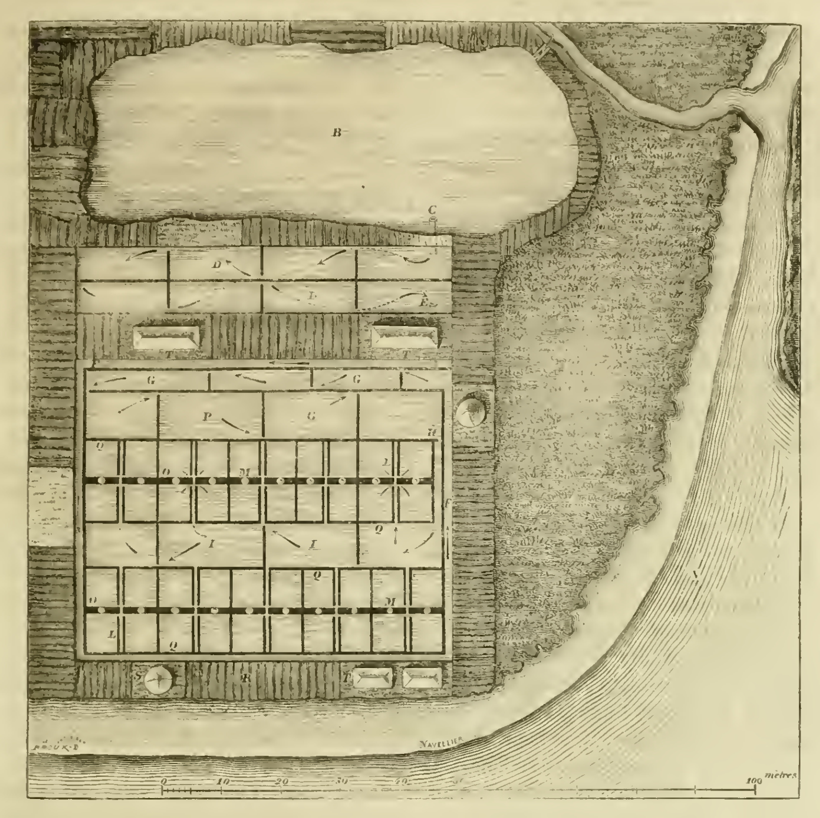


Fig. 363. — Plan et profil d'un marais salant du Brouage (Charente-Inférieure).

V, *vasière* ou *jas*. — A, canal à écluse faisant arriver l'eau de la *vasière* dans le *cobier*. — B, *cobier* ou réservoir d'eau. — C, *gourmas* ou canal faisant arriver l'eau du *cobier* dans les *couches*. — D, *couches* ou premier bassin de concentration (également appelé *fare*). — E, *faux gourmas*, canal faisant arriver l'eau du *fare* dans le *muant*. — FGHP, canal de communication et *muant* ou *aderne*, deuxième bassin d'évaporation. — I, *mort*, troisième bassin. — L, Q, *aires* ou *œillets*, dans lesquels on recueille le sel cristallisé. — M, O, *mulons*, ou petits tas de sel. — T, S, grands tas de sel, ou *vaches*.

scopiques. La couleur bleue des eaux de la Méditerranée, s'explique par quelques effets particuliers d'optique.

La saveur de l'eau de la mer est caractéristique. Ce liquide est toujours d'un goût saumâtre et nauséabond.

La température de l'eau de la mer varie suivant les latitudes. Dans les régions équatoriales, le maximum de la température de l'Océan est de 27° centigrades. Cette température s'abaisse graduellement à mesure qu'on se rapproche de l'un ou de l'autre pôle. Sous toutes les latitudes, la température s'abaisse avec la profondeur de la mer. A l'équateur, par exemple, lorsque les vagues sont à la température de 27° centigrades, l'eau qui se trouve à la profondeur de 4,000 mètres, ne marque au thermomètre que

+ 2 degrés. D'après le capitaine Sabine, l'eau de l'océan Atlantique, tandis qu'à sa surface le thermomètre indiquait 28°, marquait 7° à la profondeur de 1833 mètres.

Suivant de Humboldt, la température de la surface de la mer est plus basse dans le voisinage des côtes qu'au large.

La densité de l'eau de la mer est variable parce que la quantité des sels qu'elle renferme varie légèrement selon les latitudes. La densité de l'eau de l'océan Atlantique est de 1,027; celle de la Méditerranée, entre Gibraltar et Malte, de 1,028, et entre Malte et Alexandrie de 1,029. Les eaux de la mer Rouge, au nord du golfe de Suez, ont pour densité, 1,039, celles de l'océan Pacifique, d'après l'amiral King, 1,026.

D'après Marcet, l'eau de la Méditerranée est la plus dense des eaux de mer, et celle de la mer Glaciale, la plus légère. La densité des eaux de toutes les autres mers extérieures est intermédiaire entre ces deux extrêmes.

Un naturaliste voyageur, M. Roux, a déterminé, en 1864, la densité moyenne des eaux de la mer dans l'hémisphère Nord. Elle est de 1,028 dans l'extrême Nord ; tandis que les eaux des mers australes, au delà du tropique, ont fourni au même expérimentateur une densité moyenne de 1,027. Enfin, un grand nombre d'observations ont permis à M. Roux de représenter la densité moyenne des eaux de mer de l'hémisphère Sud, par 1,027.

La compressibilité de l'eau doit accroître sa densité dans les profondeurs de la mer. Il suit de là que les poissons, zoophytes et crustacés qui vivent dans ces bas-fonds, ne peuvent franchir ces limites sans qu'une réaction se fasse sentir sur les gaz de leur vessie natatoire, et paralyse le jeu de leurs divers organes, lorsqu'ils veulent s'élever à des niveaux supérieurs.

La densité de l'eau des différentes mers est donc légèrement variable. Il en résulte que les vaisseaux calent plus ou moins suivant les mers qu'ils traversent. Plus la mer est salée, moins un navire s'enfonce, parce que la densité est due à la quantité de sels que l'eau contient. La mer Noire, par exemple, étant beaucoup moins salée que la Méditerranée, un vaisseau qui part de Marseille pour aller à Sébastopol, doit prendre une cargaison plus petite que s'il devait aller seulement à Constantinople. La Méditerranée est, comme on l'a vu, plus salée, c'est-à-dire plus dense que l'océan Atlantique.

La composition chimique de l'eau de mer n'est pas constante ; elle varie un peu par l'influence de diverses causes. Cependant ces variations sont assez légères, par suite du mouvement continuel produit par les courants marins et des vents qui mélangent constamment toutes les eaux du globe. Les analyses chimiques montrent, en effet, que l'eau de mer varie peu dans sa composition, quelles que soient la latitude et la profondeur où elle est recueillie.

On a reconnu par des expériences spéciales que la salure des mers est plus considérable dans les parties profondes qu'à la surface. Pelouze et Reizet ont confirmé ce fait sur l'eau de la Manche. Ils ont constaté que l'eau, à la surface, contenait 18,039 parties de chlore sur 1000 parties d'eau, tandis qu'à 180 brasses de profondeur, la quantité de chlore s'élevait à 19,393 parties pour la même quantité d'eau. Suivant Brandes, l'eau puisée à la surface du golfe de Guinée, contenait 3,5 pour 0/0 de sels, tandis que prise à 4000 pieds de profondeur, dans le même golfe, elle en donnait 4,5 pour 0/0. L'eau de mer prise à 80° de latitude Nord, a donné 3,5 pour 0/0, et à 20° de latitude Sud, 3,9 pour 0/0 de substances salines.

Vers les pôles, l'eau de mer est moins salée que dans le voisinage de l'équateur, quoique la différence ne soit pas bien notable. Nous verrons tout à l'heure que l'eau de la Méditerranée est plus riche en sels

que l'eau de l'Océan et celle la Manche.

Le sel prédominant dans l'eau de la mer, c'est-à-dire le chlorure de sodium, est celui qui subit le moins de variation dans sa composition. Il forme à lui seul près des trois quarts des principes minéraux de l'eau de mer. La proportion des sulfates est, au contraire, assez variable.

Les analyses chimiques signalent très-peu de carbonate de chaux dans l'eau de la mer, bien que la chaux y soit continuellementapportée par les rivières. Cela tient à ce que la plus grande quantité de chaux existant dans l'eau de la mer, est absorbée par certains animaux marins, tels que des crustacés, des zoophytes et des mollusques, dont l'enveloppe solide est formée surtout de carbonate de chaux. Ces animaux extraient de l'eau de la mer dans laquelle ils naissent et se développent, la chaux nécessaire à la composition de leur enveloppe solide. Au contraire, les sels alcalins ne sont que très-peu assimilés par les animaux et les végétaux marins. C'est sans doute pour cela que le chlorure de sodium prédomine tant dans ce liquide et varie si peu dans ses proportions. On peut même prévoir que la quantité de sel marin augmentera sans cesse, et deviendra beaucoup plus considérable au bout de quelques siècles. En effet, une partie de l'eau qui s'évapore de la surface des mers, y retourne, après avoir traversé et lavé les terrains des continents, et dissous tous les sels solubles, qu'elle rencontre sur ces continents, et parmi ces sels solubles, le chlorure de sodium. La quantité considérable de sel marin que l'on extrait de l'eau de mer pour les usages de l'industrie et de l'alimentation ne peut pas, d'ailleurs, être considérée comme perdue, car elle y retourne toujours par la voie des fleuves.

D'après Forchammer, la nature du fond des mers exercerait une grande influence sur la composition de leurs eaux. Ce chimiste a remarqué que, lorsque le fond est argileux, l'eau de mer est plus riche en chaux et plus pauvre en magnésie. Si, au contraire, le fond est crayeux ou tapissé de coquilles et de sable, la proportion de magnésie ne change pas.

Le sulfate de magnésie se trouve dans l'eau de la mer en proportion notable, ainsi que les chlorures de magnésium et de potassium. C'est aux sels de magnésie que l'eau de mer doit son goût amer, saumâtre et ses propriétés purgatives.

L'iode et le brome y figurent en quantités infinitésimales. La preuve pourtant que l'iode et le brome existent dans l'eau de la mer, c'est que l'industrie retire tous les jours de l'iode et du brome des plantes qui vivent et se développent au sein des mers. L'iode et le brome existent dans l'eau de la mer à l'état de bromures et d'iodures de sodium et de magnésium; les plantes qui vivent dans l'eau absorbent et fixent dans leur tissu l'iode et le brome, de sorte que ces corps simples, qui ne sont que très-difficilement appréciables dans une analyse chimique de l'eau de la mer, se montrent en proportion considérable dans les cendres des plantes marines, qui ont pour ainsi dire emmagasiné dans leur substance le brome et l'iode.

Au moyen de l'analyse spectrale, M. Bunsen a constaté la présence dans l'eau de la mer, du lithium et du strontium. Les nouveaux métaux découverts par les chimistes, le césium, le rubidium, etc., doivent également s'y rencontrer.

Nous n'avons pas encore épuisé la liste des substances qui se trouvent dans l'eau de la mer. Il fallait, d'ailleurs, s'attendre à cette profusion de matières solubles. La mer étant le réceptacle commun de toutes les eaux qui s'écoulent de la surface de la terre, doit offrir une minéralisation exceptionnelle. C'est ce que l'expérience a confirmé, puisque l'on a signalé dans cette eau presque toutes les substances minérales connues, qui peuvent passer à l'état soluble avec

une faible quantité de matières organiques.

D'après MM. Daniell et Levvy, l'eau de la mer contient du gaz acide sulfhydrique. M. Daniell attribue l'origine de ce gaz à la décomposition du sulfate de soude par les algues marines et d'autres substances organiques. Cependant la présence du gaz sulfhydrique ne saurait être ici qu'accidentelle. L'oxygène qui existe constamment dans les eaux marines, doit détruire l'acide sulfhydrique, à mesure qu'il se produit. Près des côtes la présence du gaz sulfhydrique est plus sensible qu'au large.

MM. Malaguti et Durocher ont trouvé de l'argent dans l'eau de la mer. L'argent y existait probablement à l'état de chlorure, combiné au chlorure de sodium, et formant, par conséquent, un composé soluble.

L'eau de la mer est donc bien réellement le liquide le plus complexe qui existe sur le globe.

L'influence exercée par les eaux des fleuves et des rivières sur la composition de l'eau de la mer est très-appréciable. C'est surtout à l'embouchure des grands fleuves que la variation de composition devient sensible. Le mélange des eaux douces diminue sensiblement sa salure. Elle diminue même dans le voisinage des côtes ou des petites îles, par le mélange des eaux douces. L'eau de la mer Baltique contient peu de sels, et celle du golfe de Finlande est si peu chargée de principes salins, en raison des nombreux cours d'eau douce qui s'y déversent, qu'on peut l'utiliser comme eau de rivière.

Les eaux de la mer contiennent de l'air, comme les eaux douces, et même un peu plus que les eaux douces. En même temps cet air est plus oxygéné et plus chargé d'acide carbonique. En effet, tandis que l'air dissous dans l'eau douce renferme, pour 100 parties en volume, 32 parties d'oxygène et 4 d'acide carbonique, l'air dissous dans l'eau de mer contient, en moyenne, 33 pour 0/0 d'oxygène et de 9 à 10 pour 0/0 de gaz acide carbonique.

Mais, la quantité totale et la proportion relative des gaz dissous dans l'eau de la mer doivent varier beaucoup, de même que pour les eaux douces, suivant diverses causes, telles que la profondeur, la température, les végétaux et les animaux qui y vivent, etc. Il est probable aussi que, pendant le jour, la proportion de gaz oxygène dissoute dans l'eau de mer est plus forte que durant la nuit, et que le contraire a lieu pour l'acide carbonique.

Après ces généralités sur la composition des eaux de mer, il reste à faire connaître les résultats précis qu'a donnés l'analyse de ce liquide, entre les mains de différents chimistes.

En 1848, j'ai fait l'analyse chimique de l'eau de la mer prise au Havre, à quelques lieues de la côte. Voici le résultat de cette analyse, qui avait été entreprise pour comparer la composition de l'eau de la mer avec celle des différentes eaux minérales salines de la France et de l'Allemagne.

L'eau de la mer prise dans la Manche, à trois lieues de la côte du Havre, contenait, pour un litre :

Chlorure de sodium	25,704
Chlorure de magnésium	2,905
Sulfate de magnésie	2,462
Sulfate de chaux	1,210
Sulfate de potasse	0,094
Carbonate de chaux	0,132
Silicate de soude	0,017
Bromure de sodium	0,103
Bromure de magnésium	0,030
Oxyde de fer, carbonate et phosphate de magnésie; Oxyde de manganèse	traces.
	32,657 (1)

Un chimiste qui était attaché à l'exploita-

(1) *Examen comparatif des principales eaux minérales salines de France et d'Allemagne, sous le rapport chimique et thérapeutique*, par L. Figuier et L. Mialhe. Mémoire lu à l'Académie de médecine, dans la séance du 23 mai 1848.

tion des marais salants de la Méditerranée, Usiglio, a fait une analyse de l'eau de la Méditerranée qui a été regardée comme un modèle d'exactitude.

D'après Usiglio, l'eau de la Méditerranée recueillie près de Marseille, contient, pour un litre :

Chlorure de sodium	29,424
Chlorure de potassium	0,505
Chlorure de magnésium	3,219
Sulfate de magnésie	2,477
Sulfate de chaux	1,357
Carbonate de chaux	0,114
Chlorure de calcium	6,080
Bromure de sodium	0,556
Oxyde de fer	0,003
	43,735

Ces deux analyses mettent bien en évidence la différence de salure de l'eau de l'océan Atlantique et de la Méditerranée. Tandis que l'eau de la Manche ne renferme que 32,65 de substances solides, celle de la Méditerranée en renferme 43,73. L'eau de la Manche ne renferme que 25,70 de chlorure de sodium, celle de la Méditerranée en renferme 29,42.

Backs, Murray, Gobel, etc., ont fait l'analyse de l'eau de la mer en différents parages. Nous grouperons en un tableau les résultats de ces différentes analyses, en y joignant notre analyse des eaux de la Manche et celle des eaux de la Méditerranée, par Usiglio :

TABLEAU DE LA COMPOSITION DES EAUX DE DIFFÉRENTES MERS.

SUBSTANCES DANS 1000 GRAMMES D'EAU. — *Densité*	MÉDITERRANÉE. — 1,0293	MANCHE. — 1,024	OCEAN ATLANTIQUE. — 1,0286	MER DU NORD. — 1,0234	MER NOIRE. — 1,01365	MER D'AZOF. — 1,0097
	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes
Chlorure de sodium	29,424	25,704	25,18	23,58	14,0195	9,6583
— de potassium	0,505	0,094	—	1,01	0,1892	0,1279
— de magnésium	3,219	2,905	2,94	2,77	1,3045	0,8870
Sulfate de magnésie	2,477	2,462	1,75	1,99	1,4700	0,7642
— de chaux	1,357	1,210	1,60	1,11	0,1047	0,2879
Carbonate de chaux	0,114	0,132	—	—	—	—
Bromure de magnésium	—	0,030	—	—	0,0052	0,0035
Sulfate de soude	—	—	0,27	—	—	—
Chlorure de calcium	6,080	—	—	—	—	—
Bromure de sodium	0,556	0,103	—	—	—	—
Oxyde de fer	0,003	traces.	—	—	—	—
Bicarbonate de magnésie	—	traces.	—	—	0,2086	0,1286
— de chaux	—	—	—	—	0,3646	0,0221
Silicate de soude	—	0,017	—	—	—	—
Totalité des substances	43,735	32,657	31,14	30,46	17,6663	11,8795
Analystes	Usiglio.	L. Figuier.	J. Murray.	Backs.	Gobel.	Gobel.

La composition chimique de l'eau de la mer sous les différentes latitudes nous étant ainsi bien connue, nous pouvons procéder à l'exposition des procédés suivis de nos jours dans tous les pays, pour l'extraction du chlorure de sodium de cet inépuisable réservoir.

CHAPITRE IX

PROCÉDÉS DE FABRICATION DU SEL DANS LES MARAIS SALANTS DE L'OUEST DE LA FRANCE.

Les procédés d'extraction du sel marin varient, en ce qui concerne la France, selon qu'on

l'exécute sur les rivages de l'Océan ou sur les bords de la Méditerranée. Une description particulière est donc indispensable pour chacune de ces industries. Occupons-nous d'abord de l'extraction du sel dans l'Ouest.

Les départements de l'Ouest dans lesquels on se livre à l'extraction du sel, sont au nombre de six : 1° le département d'Ille-et-Vilaine (côte de la Manche); — 2° le département de la Charente-Inférieure; — 3° celui de la Loire-Inférieure; — 4° celui du Morbihan; — 5° celui de la Vendée; — 6° celui de la Gironde.

En outre, il existe dans le département de la Manche, à Avranches, une ancienne et très-intéressante industrie que nous ne pouvons passer sous silence : nous voulons parler du lavage des sables marins, opération qui s'exécute également sur les côtes de l'Angleterre et de l'Écosse.

C'est dans les départements de la Charente-Inférieure, de la Loire-Inférieure et de la Gironde, que sont les salines les plus importantes.

Sur les plages de l'ouest, comme sur celles du midi de la France, l'extraction du sel s'opère au moyen de l'évaporation de l'eau de la mer, produite par l'influence du soleil et du vent, dans de larges surfaces appropriées à cette industrie, et que l'on nomme *marais salants*.

Voici d'une manière générale la disposition d'un marais salant dans l'ouest de la France (1).

L'eau de mer arrive, par un petit canal muni d'une vanne, dans un grand réservoir, qui porte le nom de *vasière*. De la *vasière* elle passe dans un deuxième grand bassin, que l'on nomme *cobier*. L'eau de mer, un peu concentrée, passe dans une série de compartiments, en général rectangulaires, qu'on désigne sous les noms de *couches*. De là elle passe dans d'autres bassins, qui portent le nom de *fares* ou *adernes* dans la Loire-Inférieure, et de *muants*, de *morts* ou d'*aires* dans d'autres départements. Elle arrive enfin dans les cristallisoirs, ou *œillets*.

(1) Voir la figure 364, page 585, qui donne le plan des marais salants du Brouage.

En cheminant dans cette série de bassins et de compartiments, l'eau se concentre de plus en plus. Elle atteint la saturation dans les *œillets*. C'est dans ces derniers compartiments que le sel se dépose, et qu'on le recueille au fur et à mesure de sa formation.

Un mot sur chacune de ces parties d'un marais salant dans l'Ouest.

La *vasière* est un vaste réservoir d'eau qui doit alimenter le marais salant, au fur et à mesure de la concentration du liquide. Le niveau de la *vasière* doit être tel que le cheminement des eaux à travers toutes les subdivisions du marais, jusqu'aux *œillets*, s'opère en vertu de la pente naturelle du sol.

Il résulte de ce niveau élevé que la vasière ne peut recevoir d'eau de la mer dans les marées ordinaires, et ne peut se remplir qu'aux plus grandes marées de chaque mois. Elle doit, par conséquent, contenir assez d'eau pour alimenter la saline pendant un mois. La vanne qui ferme la communication entre l'eau de mer et la vasière, n'est ouverte qu'au moment de cette grande marée, quand on veut renouveler l'approvisionnement d'eau.

Emprisonnée dans la *vasière* pendant un mois, l'eau y subit déjà une certaine concentration. De son degré initial, qui est de 3 degrés de l'aréomètre de Baumé, l'eau de la vasière arrive souvent à 5 ou 6 degrés de ce même aréomètre. On prend dans la vasière une épaisseur d'eau d'autant moindre que l'alimentation est plus facile. En effet, si l'alimentation est assurée à toutes les marées, on doit chercher à utiliser la vasière plutôt comme chauffoir que comme réservoir. Or la concentration de l'eau dans un chauffoir marche évidemment d'autant plus vite que l'épaisseur est moindre. L'épaisseur

d'eau dans les vasières varie de 20 centimètres à 75.

Le *cobier*, qui reçoit directement les eaux de la vasière, est un bassin de dimensions très-variables et de forme ordinairement très-irrégulière. Il est placé en dehors de l'ensemble des *fares*, *adernes* et *œillets*, c'est-à-dire de la *saline* proprement dite. Quelquefois le *cobier* est un réservoir assez profond qu'on peut regarder comme une seconde vasière ; mais plus souvent c'est un simple chauffoir qui ne reçoit qu'une très-faible épaisseur d'eau.

La *saline* proprement dite (composée des *fares*, *adernes* et *œillets*) est une surface plate, dont les bords sont formés par les digues qui la séparent soit de la vasière, soit des salines voisines. Tout le fond de la saline est découpé en compartiments rectangulaires, par de petites digues, qui portent le nom de *ponts*. Les compartiments qui sont disposés sur le pourtour, sont les *fares :* ils sont placés en enfilade, de manière que l'eau sortant du cobier les parcoure successivement. On a soin de placer les communications entre les *fares* de telle sorte que l'eau traverse diagonalement chacun d'eux.

Après avoir ainsi parcouru le pourtour de la saline, l'eau arrive dans les *adernes* et enfin dans les *œillets*, qui occupent la partie centrale, c'est-à-dire la plus basse de la cuvette.

Les *adernes* sont de grands compartiments rectangulaires qui terminent la série des chauffoirs et alimentent les œillets, au moyen d'un canal appelé *délivre*.

Au milieu des longs côtés de chacun des œillets, on a ménagé une petite plate-forme demi-circulaire accolée au pont. Toutes ces plates-formes se trouvent réunies deux à deux de manière à former des cercles complets : on les appelle *ladures*. C'est sur les *ladures* que se tient le paludier quand il fait chaque jour la récolte du sel ; il rassemble et dépose sur la *ladure* le sel qu'il retire de l'*œlliet*.

Les dimensions ordinaires des *œillets* sont de 10^m,3 sur 7^m,5, soit 70 à 75 mètres carrés. Tous les *œillets* des régions de Guérande et de Mesquer ont uniformément ces dimensions. Dans le Morbihan, on en trouve de plus petits : 6^m sur 7^m,3, soit 44 mètres carrés.

Les dimensions des *adernes* et des *fares* sont beaucoup plus variables que celles des œillets. On peut cependant indiquer comme dimensions assez ordinaires : pour les fares, 7 à 8 mètres sur 10 à 12 mètres ; pour les adernes, 10 mètres sur 20 mètres.

Les digues qui séparent les salines et les vasières les unes des autres, sont assez élevées, surtout celles qui doivent prévenir l'inondation des salines par les hautes mers. Elles ont souvent 4 ou 5 mètres de hauteur au-dessus du fond des salines. La différence de niveau entre les hautes et les basses mers atteint jusqu'à 5 mètres, 5^m,50. Des marées exceptionnelles peuvent même passer par-dessus les digues.

Ces digues servent de voies de circulation à travers le salin. L'eau passe de la vasière au cobier par un canal qui traverse la digue, et se compose d'un trou d'arbre percé longitudinalement. On nomme dans l'Ouest, ce petit conduit de bois un *cuy*.

L'eau pénètre dans les œillets par de petits trous ménagés dans des ardoises implantées dans les *ponts* qui séparent le *délivre* des œillets. Ces petits trous sont plus ou moins élevés. En débouchant tantôt l'un, tantôt l'autre, on peut régler à volonté l'épaisseur d'eau sur l'œillet. Une pente très-faible assure le cheminement de l'eau.

Dans l'ouest de la France, on appelle *paludier* l'ouvrier qui se livre à l'exploitation des marais, et *saunier* le simple porteur de sel. Nous allons voir quel est le travail du *paludier*.

Pendant l'hiver, le marais est abandonné à lui-même. L'eau de mer, très-affaiblie

par les pluies, recouvre entièrement toutes les petites digues qui séparent les divers compartiments de la saline. A la fin de l'hiver, ces petites digues détériorées par la gelée, sont d'ordinaire fort endommagées. Le travail du paludier commence dans les premiers jours de mars. C'est la *vasière* qu'il doit réparer et nettoyer d'abord. Cette réparation de la vasière se fait, dans la plupart des localités, tous les ans; dans quelques-unes, tous les deux ans.

Le curage de la vasière occupe ordinairement le paludier jusque vers le milieu d'avril. C'est un travail extrêmement pénible; la saison est encore très-froide et l'homme a souvent une partie du corps plongée dans l'eau. Vers le 15 avril, si le temps paraît se fixer au beau, on répare les conduits (*cuys*), qui versent l'eau des vasières dans le cobier. On vide le mieux possible les salines, pour les débarrasser des eaux d'hiver. Pour cela, on ouvre, à marée basse, un *cuy* de décharge placé à l'extrémité inférieure du *délivre*. On met ainsi à sec tous les comparti-



Fig. 364 à 372. — Outils des sauniers dans l'Ouest et la Bretagne.

1. Rable ou râteau. — 2. Servion. — 3. Pelle. — 4. Boquet ou ciope. — 5. Écope à main. — 6. Panier à égoultoir. — 7. Taudelin. — 8. Panier pour le sel. — 9. Boisseau pour mesurer le sel.

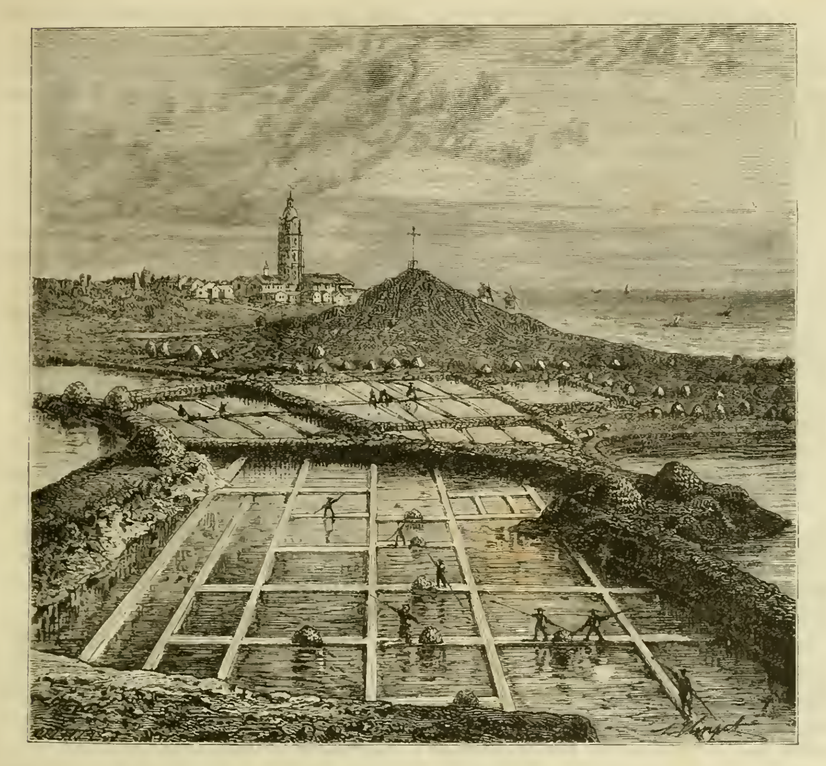


Fig. 373. — Vue d'un marais salant à Bourg de Batz, près du Croisic (Bretagne).

ments qui occupent la partie la plus élevée de la saline ; mais les œillets qui occupent la partie la plus basse restent couverts d'une épaisseur d'eau de quelques pouces, que l'évaporation naturelle peut seule faire disparaître à la longue.

La saline étant vidée, on nettoie toutes les *appartenances* (cobier, fares, adernes) et on refait soigneusement à la pelle toutes les petites digues qui les séparent. Ce travail, qui dure environ un mois, est plus ou moins long et pénible, suivant que l'hiver a été plus ou moins rigoureux.

Vers le 15 mai, les travaux préparatoires sont terminés. Alors on introduit l'eau dans les compartiments qui suivent le *cobier*, et on la laisse s'évaporer dans son cheminement à travers le méthodique labyrinthe que nous venons de décrire.

C'est vers le 1er juin que le sel commence à se former dans les œillets. Quand le temps est très-favorable, on peut, en partant de l'eau de mer naturelle, obtenir du sel au bout d'une quinzaine de jours.

Suivons les phases de cette concentration de l'eau.

Dès le commencement d'avril, avons-nous

dit, le paludier a introduit l'eau de mer dans la vasière, ou le *cobier*, et vers le 15 mai il a fait pénétrer l'eau dans les compartiments qui lui font suite. Cette eau s'évapore un peu, et gagne quelques degrés de concentration dans la vasière même. On fait arriver l'eau de la vasière progressivement sur le *cobier*, les *fares* et les *adernes*. On arrive ainsi peu à peu à couvrir toute la saline d'une mince couche d'eau, jusqu'aux *œillets* exclusivement. On a eu soin de bien préparer le fond de l'*œillet*, de le nettoyer et d'enlever la vase, et d'en lisser le fond avec une pelle plate.

Si le temps est favorable, l'évaporation marche alors régulièrement.

Le paludier doit constamment régler la progression de l'eau dans toutes les parties de la saline, d'après l'activité de l'évaporation. Sur le *cobier* et les *fares*, il s'étudie à ne mettre qu'une épaisseur d'eau aussi faible que possible. Il cherche seulement à bien couvrir toutes les surfaces, de manière à les utiliser très-complétement pour l'évaporation. L'irrégularité du fond, toujours imparfaitement nivelé, force seule à mettre sur certaines parties une épaisseur un peu forte. Sur les parties les plus élevées, la couche n'a pas plus de 1 à 2 centimètres.

Les *œillets* ont une étendue telle que le paludier, placé sur une des levées de terre (*la dure*), puisse, avec son *rouable*, en atteindre toutes les parties. Ce *rouable* est une planche en bois, d'environ un mètre de long, emmanchée perpendiculairement à une tige de bois de 5 à 6 mètres de longueur. C'est dire que les œillets ne dépassent guère la dimension d'un carré de 5 à 6 mètres de côté. Nous avons dit que la surface d'un œillet dans le Morbihan ne dépasse pas 44 mètres carrés (6 mètres sur 7). A l'île de Ré, les œillets ont de 5 à 6 mètres de large sur 6 à 7 mètres de long. Aux Sables-d'Olonne ils ont 6 à 7 mètres de côté ; à Saint-Gilles (Vendée), 5 mètres sur 4 ; à Beauvoir, 6^{m},6 sur 8 mètres; dans la Gironde, 5 mètres sur 6.

Pendant que le sel se dépose, le paludier a le soin d'agiter avec son *rouable*, l'eau du marais, ainsi que le sel qui s'y trouve déposé. Le sel se forme toujours à la surface extérieure de l'eau; mais par l'agitation qu'a soin de produire le paludier, la croûte mince de sel qui se montre à la surface, est précipité eau fond, et le cristal grossit plus tard, par la précipitation de nouvelles molécules salines autour de ce noyau.

L'eau sort du *cobier* à 5 ou 6 degrés de l'aréomètre ; elle atteint dans les *couches* 7 à 8 degrés; elle présente dans les *fares* une concentration croissante, qui s'élève, à l'arrivée dans les *adernes*, à 16, 17 et 18 degrés.

On recueille le sel tantôt tous les jours, tantôt tous les deux jours. Si le temps est très-beau, ou si l'on tient à avoir du sel assez fin et très-léger, on tire le sel tous les jours. Si, au contraire, on veut un sel plus grainé et plus compacte, on ne le récolte que tous les deux jours.

Quand on ne tire le sel que tous les deux jours, on introduit cependant une nouvelle provision d'eau de l'aderne dans l'œillet, toutes les vingt-quatre heures. En même temps qu'on introduit cette provision d'eau neuve, on agite, au moyen d'un *rouable*, l'eau et le sel déjà formé, afin, disent les paludiers, de faire grossir le grain. C'est vers le soir que se fait cette introduction d'eau neuve. Le sel menu qui s'était déjà formé se redissout ordinairement en partie pendant la nuit. Cela tient à ce que l'eau de l'*aderne* est loin d'être saturée, puisqu'elle ne marque en général que 17 à 18 degrés. Mais le lendemain le sel cristallise de nouveau plus abondamment et en gros cristaux.

Il s'agit alors de retirer du bassin le sel cristallisé. Cette opération est délicate et demande une grande habitude, unie à beaucoup d'adresse. Les cristaux de sel reposent sur la vase excessivement molle qui forme

le fond de l'œillet. Si on voulait les rassembler en raclant le fond de l'œillet avec un *rouable*, on emporterait plus de vase que de sel. Il faut, pour recueillir les cristaux, effleurer la vase qui les supporte, de façon à éviter que le sel n'en soit mélangé. Le paludier se tient sur la digue, armé d'un *rouable* en bois de $1^{m},10$ à $1^{m},20$ de largeur qui est muni d'un manche de 5 mètres environ, pour pouvoir atteindre à tous les points de l'œillet. Il pousse l'eau avec son *rouable*, à partir du pourtour de l'œillet. Le bourrelet d'eau qui marche devant le rouable, soulève et entraîne le sel, qui se trouve ainsi rassemblé peu à peu vers l'un des bords, presque sans avoir été touché par le rouable.

Il faut, pour ce travail, une extrême légèreté de main. Il est indispensable d'éviter d'atteindre le fond avec le rouable, car si on le touche, même très-légèrement, la vase se met en suspension, et le sel en est souillé.

Comme le seul mouvement de l'eau suffit pour soulever un peu de vase, le sel rassemblé est toujours un peu sale. Le paludier va donc travailler à un autre œillet, en attendant que l'eau du premier se soit éclaircie par le repos; puis, au moyen du rouable, il pousse un peu d'eau sur le sel rassemblé, de manière à laver ce sel à plusieurs reprises. Ce lavage terminé, il tire le sel sur le bord du bassin, au moyen de petits rouables.

On laisse ordinairement égoutter le sel toute la nuit; puis on le porte, le lendemain matin, sur les digues ou *fossés*, où on l'accumule en tas. Ces tas de sel portent, dans l'Ouest, le nom de *mulons*. On appelle *vaches* les tas très-volumineux.

Pour le *portage*, c'est-à-dire pour le transport du sel de l'œillet au *mulon*, toute la famille du paludier est mise en réquisition. Ce transport se fait ordinairement dans des sacs contenant 40 à 50 kilogrammes de sel. Les petits enfants tiennent le sac ouvert, pendant que le frère ou la sœur plus âgée, y charge le sel. Puis le sac est emporté par les plus vigoureux, qui vont le vider sur le *mulon*.

La récolte du sel commence vers le 15 juin et se continue jusqu'au 15 septembre, interrompue seulement quelquefois par les pluies.

Quand le sel a été rassemblé en *mulons*, le paludier le bat sur toute sa surface, et ayant rendu, par ce battage, la croûte supérieure bien ferme, il couvre le tas de sel d'une couche de roseaux ou de chaume. A l'île de Ré, la couverture est formée d'une épaisseur de 25 centimètres de chaume et d'argile.

Ainsi couvert, le sel subit un déchet, qui provient de sa dessiccation à l'air et de la disparition des sels de magnésie, sels *déliquescents*, c'est-à-dire qui attirent l'humidité de l'air, et qui s'écoulent ainsi, dissous par l'humidité atmosphérique ou par les pluies qui pénètrent à travers la couverture. Ce déchet est de 5 pour 0/0 la première année et de 2 pour 0/0 les années suivantes.

La bise qui favorise le plus la formation du sel, est celle de nord-ouest, qui souffle à partir de midi ou de deux heures, sur la côte de l'Ouest.

La récolte est souvent interrompue par les pluies. Quelquefois elles sont si abondantes et affaiblissent tellement les eaux que le paludier, au retour du beau temps, n'a rien de mieux à faire que d'évacuer les eaux de la saline, pour les remplacer par des eaux neuves prises à la vasière.

Il est bien rare qu'on ait quinze jours de beau temps non interrompu dans toute une campagne. Quinze jours de très-beau temps sans pluie suffisent, du reste, pour donner une excellente récolte. On ne tire guère de sel, tout bien compté, que pendant trente à quarante jours par an.

La récolte du sel est bien loin de marcher avec la régularité que suppose la description précédente. Les variations atmosphériques

y apportent de continuelles perturbations. Souvent le paludier est forcé de recueillir le sel au bout de vingt-quatre heures, parce que la pluie menace. Souvent aussi il est obligé de se lever au milieu de la nuit, pour porter le sel de la *ladure* au *mulon*, parce qu'une averse pourrait emporter cette récolte. Sur le *mulon* le sel est encore exposé à la pluie, mais en masse un peu considérable il résiste beaucoup mieux à l'action dissolvante de l'eau du ciel.

Outre le sel ordinaire, ou *sel gris*, dont nous venons de décrire la récolte, on obtient aussi sur les œillets, un sel plus fin et parfaitement blanc, qu'on appelle *sel fin* ou *sel blanc naturel*. Ce sont tout simplement les cristaux menus qui se forment à la surface de l'eau, et qui y demeurent suspendus. On les enlève, en écrémant, pour ainsi dire, l'œillet, au moyen d'une pelle en bois très-mince. On enlève ce *sel blanc* tous les jours, immédiatement avant l'introduction d'eau nouvelle dans l'œillet.

Le *sel blanc* se forme surtout abondamment quand, le beau temps et la récolte se prolongeant, les eaux contenues dans l'œillet sont devenues très-denses. Le paludier obtient tout au plus 60 à 80 kilogrammes de *sel blanc* dans la campagne d'une année.

La fabrication du sel dans l'Ouest présente, selon les localités, quelques variations de détail, quant à l'épaisseur d'eau qui couvre les surfaces évaporatoires et les intervalles de temps qui séparent la cueillette de sel. Nous dirons un mot de ces différences.

Dans la Charente-Inférieure, l'épaisseur d'eau introduite dans les aires ou *œillets* varie de 0^m,05, environ à 0^m,03, et les cueillettes s'effectuent à des intervalles de temps en rapport avec cette épaisseur. Moins on introduit d'eau, plus en général les cueillettes sont rapprochées.

Dans les mêmes marais salants, les intervalles qui séparent la récolte de sel varient, au plus fort de la campagne, depuis cinq à six jours jusqu'à deux ou trois jours.

Lorsqu'on n'est plus dans la période moyenne de la campagne, les cueillettes se font à des intervalles plus éloignés. C'est ainsi qu'à Marennes on récolte le sel tous les trois jours au mois de juillet, tandis qu'au mois d'août on ne le tire que tous les quatre ou cinq jours, et si la saunaison continue en septembre, on ne fait guère qu'une cueillette par semaine.

Dans la Vendée, à Saint-Gilles, on introduit l'eau sous une épaisseur de 0^m,03 ou 0^m,04, et on tire le sel tous les trois jours.

A Beauvoir, l'eau est introduite sous une épaisseur de 0^m,02 seulement et on tire le sel tous les deux ou trois jours.

Aux Sables-d'Olonne, la couche d'eau amenée sur les tables n'a que 0^m,02 et le sel est tiré tous les jours, quand le temps est favorable à la production.

A Noirmoutiers on tire également le sel tous les jours.

Un œillet ne peut pas fournir du sel indéfiniment. Il arrive un moment, vers le mois de septembre, où l'on ne peut plus en récolter, malgré l'introduction d'eaux concentrées dans l'*œillet*.

C'est là le phénomène connu sous le nom d'*échaudement des œillets*. Il est évidemment dû à la concentration indéfinie des eaux mères.

En effet, les eaux mères ne sont jamais évacuées. Elles sont seulement rafraîchies chaque jour, par l'introduction d'eau vierge empruntée à l'*aderne*. Au début de la campagne, quand l'œillet ne contient encore qu'une faible quantité d'eau mère, celle-ci ne paraît pas exercer sur la cristallisation une influence défavorable. Les paludiers ont observé, au contraire, que le premier sel formé dans un œillet qui commence à sauner et qui ne contient pas encore d'eau mère,



Fig. 374. — Plan général des marais salants de Noirmoutiers.

A. Une partie de la ville.
B. Baie.
F. Fort.
J. Jetée.
M. M. Marais salants.
R. Mer.

est moins bien grainé que celui qui se forme quand l'œillet a déjà marché un certain temps, et s'est ainsi chargé d'une certaine quantité d'eau mère. Mais quand les eaux mères se sont accumulées, l'eau finit par acquérir un degré très-élevé, elle marque à l'aréomètre jusqu'à 33, 34 et 35 degrés. L'œillet contient alors une grande quantité de chlorure de magnésium en dissolution concentrée. Les eaux de l'aderne, au moment où elles pénètrent dans l'œillet, se trouvent en présence d'un volume considérable de cette dissolution de chlorure de magnésium. Or, le chlorure de magnésium, dissous dans l'eau, a la propriété de rendre le chlorure de sodium beaucoup moins soluble : c'est un fait d'observation. Les eaux chargées de chlorure de sodium, arrivant dans un œillet plein d'eaux riches en chlorure de magnésium, laissent précipiter presque aussitôt le sel marin. Dès lors, ce sel marin ne se forme plus par cristallisation, mais bien par précipitation ; il est excessivement menu, et quand on l'extrait de l'œillet, il entraîne

avec lui une quantité considérable d'eau mère très-riche en sels déliquescents; et par suite, il est lui-même extrêmement déliquescent. Voilà pourquoi un œillet rempli d'une eau très-magnésienne, très-dense, très-visqueuse, ne peut plus donner de sel, et pourquoi la production s'arrête complétement. Il faut alors rejeter ces eaux, et les remplacer par des eaux neuves. Mais à cette époque la saison avancée a mis fin à la campagne.

Les salines les plus productives et les plus nombreuses qui existent en Bretagne, sont situées entre Guérande et Bourg de Batz. Le Bourg de Batz (fig. 373, page 593) est situé à une demi-lieue au sud du Croisic. Le nom de *Batz* signifiait, en langue celtique, *lieu submergé*, ce qui prouve combien est ancienne dans ce pays l'exploitation des marais salants.

Dans l'Ouest et la Bretagne, les salins sont partagés entre une foule de petits propriétaires, ou locataires, qui exploitent le marais. Un œillet rend au paludier de 1,500 à 3,000 kilogrammes de sel, selon les années. On vend un œillet 300 francs environ, ce qui fait revenir à environ cinq mille francs l'hectare de marais.

Pour donner une idée du fractionnement de l'exploitation des marais salants dans l'Ouest, nous donnons ici (fig. 374, page 597) le plan des marais salants qui occupent la plus grande partie de l'île de Noirmoutiers.

La possession d'un marais salant est presque une fortune pour une famille. Le *paludier* est quelquefois un riche propriétaire, qui fait exploiter par un certain nombre d'ouvriers quarante à cinquante *œillets;* mais le plus souvent une famille, composée de l'homme, de la femme et des enfants, donne ses soins à un seul œillet, et gagne à peine sa vie à ce travail pénible.

Les salines au-dessus de cent œillets sont des exceptions. Une saline se compose habituellement de quarante à cinquante œillets. Quelques-unes n'ont même que huit ou dix œillets.

Un paludier, aidé par sa femme ou un enfant de douze à quatorze ans, peut cultiver convenablement quarante à cinquante œillets. Il faut, en outre, pour ce nombre d'œillets, au moins deux porteurs.

Les sauniers complètent la population du marais. Ce sont, comme nous l'avons dit, de simples porteurs de sel.

Le costume du paludier breton est très-pittoresque. Il se compose d'un haut-de-chausses large et plissé, de trois à quatre gilets de toutes couleurs, superposés, étagés et tranchant l'un sur l'autre, et d'un chapeau à larges bords relevés. Les femmes portent pour coiffure une ample étoffe attachée sous le menton, aux barbes flottant sur l'épaule ; une robe blanche à manche rouge ou bleue, un jupon noir ou violet, bordé de velours, et des bas rouges à fourchette.

On appelle *troque* le commerce du transport du sel. Le *saunier*, muni d'un permis de douane, charge ses sacs sur des mules, et à la tête d'un convoi, qui se compose quelquefois de cinquante à soixante mules, il se rend dans les communes les plus éloignées de la côte, ou à Nantes. Dans les villages de l'intérieur, il échange son sel contre du blé ou d'autres denrées, qu'il rapporte au marais, ou aux négociants du Croisic.

Les saunières accompagnent souvent leurs maris dans leur voyage. Montées sur leurs mules, elles vont ainsi jusqu'à Brest ou Lorient.

Dans les villes de la Bretagne, et surtout à Nantes, il y a des entrepôts de sel. Des jeunes filles sont les *porteuses* de sel; elles vont remettre chez le consommateur le sel dans des *camelles* portées sur la tête.

La figure 375 (page 601) représente les *paludiers et sauniers de l'Ouest.*

CHAPITRE X

PURIFICATION DU SEL DES MARAIS DE L'OUEST DANS LES USINES DU CROISIC ET DU POULIGUEN.

Nous venons de décrire la fabrication du sel dans l'Ouest et la Bretagne. Mais ce sel est toujours d'une saveur un peu amère, en raison du sulfate de magnésie qu'il renferme. C'est du *sel gris*. Bien que la plus grande partie de la population du littoral s'en contente, et même le préfère quelquefois au sel blanc (par suite de ce bizarre et absurde préjugé, que le sel gris sale plus que le sel blanc) quand le sel est destiné à la table, il faut le *blanchir*, c'est-à-dire le purifier.

Cette purification du sel ne s'exécute, en Bretagne, qu'au Croisic et au Pouliguen, dans de petites usines situées sur les quais, et qui reçoivent le sel brut sur des barques parties du salin.

La purification du sel gris se compose de deux opérations : le *lavage* et le *raffinage*.

Le *lavage* consiste simplement à nettoyer le sel brut dans l'eau de mer, saturée de chlorure de sodium. L'eau que l'on emploie pour ce lavage, ne peut dissoudre aucune parcelle de sel, par cette raison qu'elle en est déjà saturée. C'est donc là une opération toute mécanique. Elle n'a pour effet que de débarrasser le sel brut des matières terreuses qui le colorent.

Le *raffinage* consiste à dissoudre le sel brut dans l'eau, et à l'évaporer dans une chaudière, pour le faire cristalliser. Le raffinage transforme donc le sel *solaire* en sel *ignigène*.

Voici comment on procède au *lavage* du sel gris. La masse qu'il s'agit de purifier est jetée dans un canal en bois, où elle rencontre un courant d'eau de mer saturée de sel marin, qui l'entraîne sur une paire de cylindres broyeurs. Au sortir de ces cylindres, le sel tombe dans une longue auge en bois, dans laquelle tourne une sorte de vis d'Archimède, formée de palettes discontinues implantées sur un arbre. Ces palettes sont inclinées sur l'hélice directrice, de sorte qu'elles ne fonctionnent pas seulement comme moteur du courant liquide, mais aussi comme *barbotoirs*. L'auge est inclinée: l'eau et le sel la parcourent en remontant sous l'action des palettes. Il est indispensable de faire marcher ainsi l'eau et le sel à contre-pente : autrement l'eau s'écoulerait trop vite et laisserait le sel en route.

Le sel parcourt successivement deux ou trois *laveurs* semblables. Ces appareils sont disposés en cascade, de manière que le mélange de sel et d'eau saturée passe de l'un à l'autre, automatiquement, par l'action de la pesanteur.

Ordinairement on lave à deux eaux : le dernier laveur est disposé de manière à fonctionner comme appareil de *rinçage*. Le sel est élevé à ce rinceur par une chaîne à godets en tôle percée, qui laissent échapper l'eau du premier lavage. Le *rinceur* reçoit un courant d'eau saturée de sel marin et parfaitement claire. Ce n'est qu'au sortir du dernier laveur, ou *rinceur*, que le sel réclame de nouveau l'intervention de l'ouvrier.

Après le *rinçage*, le sel est soumis à l'*étuvage*.

L'étuve est une grande chambre, ou une grande caisse rectangulaire, en planches, dans laquelle est un gros tuyau de tôle constamment traversé par la vapeur s'échappant des cylindres de la machine qui fait mouvoir les chaînes à godets et les appareils de lavage.

Pour *raffiner* le sel ainsi lavé, il faut le dissoudre et le faire cristalliser. Au lieu de prendre de l'eau pure pour faire cette dissolution, on prend de l'eau de mer, puisée au quai, en face des usines.

Les dissolutions de sel sont conservées dans de grands réservoirs, où elles se clarifient et déposent leurs impuretés. Quand on

veut en extraire le sel, on les dirige, par des tuyaux, dans des *poêles*, ou chaudières en tôle. Ces poêles, de forme rectangulaire, sont chauffées à la houille ; mais elles ne sont pas couvertes, comme celles des salines de l'Est.

L'alimentation de ces chaudières est, en général, discontinue : on n'y introduit d'eau que toutes les vingt-quatre heures. L'épaisseur d'eau dans la poêle, est de $0^m,40$ à $0^m,50$ au moment où l'on vient d'alimenter : elle se réduit, au bout de vingt-quatre heures, à $0^m,10$ environ.

En faisant varier la température de l'évaporation et la durée des *cuites*, on peut, à volonté, obtenir du sel plus ou moins gros.

Si l'on veut fabriquer du sel raffiné proprement dit, ou sel *finfin*, on maintient l'eau en ébullition, et l'on tire le sel continuellement pendant toute la durée de la cuite.

Pour fabriquer des sels *moyens* et *gros*, on procède par simple *évaporation*, sans ébullition, et l'on ne tire le sel qu'à intervalles assez éloignés : toutes les vingt-quatre heures, par exemple, ou tous les deux jours. Le sel est en grains d'autant plus gros que la température d'évaporation est moins élevée et qu'on tire le sel moins souvent, c'est-à-dire qu'on donne aux cristaux plus de temps pour se nourrir et se développer.

Au sortir des *poêles*, le sel raffiné est placé sur des planches, où il s'égoutte. Autant que possible, on le laisse sécher par simple égouttage. Ce n'est que dans le cas où l'on veut satisfaire à des demandes très-pressées que l'on sèche le sel raffiné dans des étuves. L'*étuvage* a, en effet, divers inconvénients. Les sels desséchés de cette manière prennent souvent une couleur rouge; de plus, les sels fins étuvés deviennent excessivement hygrométriques. Cela tient à ce que, par l'égouttage, les sels étrangers déliquescents (chlorure de magnésium, etc.) s'écoulent avec l'eau ; par l'étuvage, au contraire, l'eau seule s'évapore, les sels déliquescents restent et se retrouvent intégralement dans le produit.

Les eaux mères sont extraites des poêles quand le sel que l'on recueille commence à prendre une teinte rougeâtre : elles marquent alors 28 à 30 degrés. Elles ne sont pas abandonnées ; on les révivifie et on les repasse au raffinage.

La révivification consiste à les *chauler*, c'est-à-dire à les traiter par la chaux, comme nous l'avons expliqué en parlant de l'évaporation et du traitement des eaux salées provenant des sondages. La chaux débarrasse les eaux de la totalité de la magnésie, qui est précipitée. En même temps, la majeure partie de l'acide sulfurique se dépose à l'état de sulfate de chaux.

Autant que possible, on ne raffine que des sels *vieux*, c'est-à-dire conservés depuis deux ans sur les *mulons*. Le sel de deux ans subit, au raffinage, un déchet de 10 pour 0/0 ; avec des sels de l'année, le déchet atteint 18 à 20 pour 0/0. De plus, le raffinage avec le sel nouveau se fait mal; les eaux prennent vite une densité élevée et deviennent presque immédiatement visqueuses. Il faut fréquemment interrompre le travail pour les évacuer, et le sel obtenu est toujours très-déliquescent.

Le combustible employé pour le raffinage du sel de l'Ouest, est la houille anglaise. On en consomme environ 50 kilogrammes pour 50 kilogrammes de sel raffiné.

Le simple nettoyage, ou *lavage* du sel, revient à 50 centimes les 100 kilogrammes, le *blanchiment* revient à 4 francs 50 par 100 kilogrammes. Le *sel blanchi* coûte donc fort peu en plus que le *sel gris*. Aussi, outre les usages de la table, l'emploie-t-on pour la salaison des sardines, à cause de la finesse des cristaux qui rende, l'absorption plus rapide.



Fig. 375. — Les paludiers et sauniers bretons.

CHAPITRE XI

LES SALINES D'AVRANCHES, EN NORMANDIE.

Pour terminer l'exposé de la fabrication du sel sur les rivages de l'Océan, il nous reste à parler d'une fabrication toute particulière, qui a aujourd'hui perdu presque toute importance, mais qui présente un certain intérêt au point de vue technique, car elle diffère complétement de ce qui se fait dans les marais salants de la Bretagne et de l'Ouest. Nous voulons parler de l'extraction du sel par le lessivage des sables salés, opération qui s'exécute en Normandie, et dont le produit industriel est connu sous le nom de *sel d'Avranches*, ou *sel ignifère de l'Avranchin.*

Lorsque la mer monte, elle couvre de son eau salée le sable de la plage. En recueillant et en lavant ce sable, on peut en extraire un sel marin très-pur. Telle est l'opération qui s'exécute dans la basse Normandie, et que nous allons décrire.

Le sable salé se nomme *sablon*. Sa récolte se fait depuis le commencement de juin jusqu'à la fin d'août, dans les moments où la mer ne couvre pas les grèves, et par un temps sec et chaud. La plus petite pluie nuit à la récolte; une pluie abondante la perd entièrement.

Comme on ne peut guère s'approvisionner que pendant un mois de ce sable salé, on voit hommes, femmes, enfants s'appliquer, pendant ces trente jours, à ce travail. Souvent, même, la nuit n'inter-

rompt pas complétement la récolte du *sablon*.

L'ustensile dont on se sert pour gratter le sable, se nomme *havet*. C'est une planche épaisse de cinq centimètres, longue de deux mètres, et haute de trente-trois centimètres, garnie, à la partie inférieure, d'une bande de fer de même longueur, haute de six centimètres, et large d'un centimètre à la partie supérieure, et d'un millimètre à la partie inférieure. A cette planche sont adaptés deux morceaux de bois, qui la dépassent de deux côtés. Un côté sert de brancard, pour placer le cheval, et l'autre sert au conducteur, pour lever le *havet* quand il veut former les monceaux de *sablon*.

C'est de l'appréciation du conducteur, qui donne plus ou moins de pression au *havet*, en mettant le pied dessus, que dépend généralement le plus ou moins de qualité de la matière récoltée.

De trois en trois mètres, en allant d'abord de l'est à l'ouest, le conducteur lève son *havet*, et laisse le sable entraîné par-dessus lequel il passe.

Les rangs de *havelage* finis, on fait le même travail du nord au sud. Cette opération se répète deux fois le jour, et, au bout de quatre à cinq jours, on a des monceaux de *sablon* d'un mètre cube environ, distants les uns des autres de deux mètres.

Le saunier réunit alors cinq ou six tombereaux attelés de deux bêtes, et porte le sablon dans un trou creusé hors de la portée de la mer, à une profondeur de 2 mètres 50 centimètres. Ce trou est circulaire, son diamètre est d'environ 8 mètres. Quand il est comblé, on élève le sablon au-dessus du sol autant que les attelages peuvent y monter. Cet amas de sablon s'appelle *moie*.

La provision faite, le saunier recouvre la *moie* avec de l'argile délayée, qu'il foule avec un pilon, en ayant soin de former une pente vers le milieu où se trouve un petit canal qui porte les eaux pluviales à deux mètres de la *moie*. Le sablon se conserve ainsi pendant plusieurs années.

Cette récolte occupe pendant la saison la majeure partie de la population pauvre du littoral.

Quand il s'agit d'exploiter sa *moie*, le saunier enlève, dans la partie seulement où il veut l'attaquer, l'argile qui la recouvre : puis, il creuse perpendiculairement avec une bêche. Il n'enlève jamais de la *moie* que le sablon nécessaire à l'alimentation de la saline pendant vingt-quatre heures.

Il dispose ensuite ce sablon dans une cuve, qui a la forme d'un carré de 3 mètres de côté, de 38 centimètres de profondeur, et qui se compose de quatre madriers, avec un fond en planches. Le tout repose sur des madriers placés sur le sol.

Le saunier place au fond de cette cuve deux couches de paille entre des planches peu épaisses; c'est entre ces planches et la paille que l'eau s'infiltre, après avoir traversé la couche de sablon.

Une fois la cuve pleine, l'arrosage commence et dure environ quatre heures. On verse pendant ce temps sur la cuve environ 20 hectolitres d'eau douce. En Angleterre et en Écosse, où cette même opération s'exécute avec quelques variantes, on remplace l'eau douce par l'eau de mer.

Les filtrations s'opèrent environ pendant quatre heures. Cette eau filtrée s'appelle la *brune*.

La *brune* tombe dans deux tonneaux, disposés à cet effet dans l'intérieur de la saline. La première eau sortie de la cuve ne se cristalliserait pas bien, quoiqu'elle contienne plus de sel que la dernière; elle est reçue dans le premier tonneau. Celle qui vient ensuite tombe dans le second tonneau et sert à mitiger le trop de force de la première. Le mélange est fait à l'appréciation du saunier, sans aucune théorie; la seule pratique le guide : l'aréomètre est aussi inconnu aux pauvres sauniers de l'Avranchin qu'aux pa-

ludiers bretons. Le pèse-liqueur dont on se sert à Avranches pour apprécier la valeur de la *brune*, est un petit morceau de bois creux, en forme de boîte à rasoirs, profond de six centimètres, dans lequel on dépose trois boules en cire de la grosseur d'un œuf de fauvette, et qu'on remplit ensuite de *brune*. Lorsque les trois boules de cire surnagent, la brune est excellente ; s'il n'y en a que deux, elle est moins bonne, et, si deux coulent au fond, elle ne vaut rien. Les termes des sauniers sont : la *brune porte* ou la *brune ne porte pas*. C'est ainsi qu'autrefois, les salpêtriers appréciaient la densité de leurs liqueurs au moyen d'un œuf mis à flotter dans le liquide.

Il s'agit maintenant d'obtenir, par l'évaporation de la liqueur, le sel extrait des sables.

Les salines d'Avranches sont d'une simplicité toute primitive. Une saline est un bâtiment carré de 6 mètres de côté, haut d'environ 2 mètres. Les murs sont construits en argile, la charpente est en bois, et la couverture en paille. Il n'y a ni plancher ni cheminée. La fumée s'échappe par un simple trou percé dans la couverture, comme cela existait autrefois dans les maisons des Gaulois et des Celtes. Le bâtiment est donc une véritable hutte,car on n'y voit pas de fenêtres.

Lorsqu'on veut évaporer l'eau salée, on établit, au milieu de la pièce, trois fourneaux qui se touchent, mais qui sont divisés en deux à l'intérieur. Creusés dans le sol à une profondeur de 40 centimètres, ces fourneaux s'élèvent à 30 centimètres seulement au-dessus du sol. C'est sur ces trois fourneaux à peu près carrés, que sont placées les chaudières, qui sont en plomb, d'une profondeur de 8 centimètres et peuvent contenir 30 litres. Si on emploie le charbon comme combustible, les chaudières sont supportées par des barres en fer. Mais l'usage le plus commun est de brûler du bois.

Le combustible est introduit dans les fourneaux par une ouverture de 20 centimètres. La fumée s'échappe du côté opposé, par une ouverture de même grandeur, et se dégage par le trou percé dans la couverture du bâtiment.

On puise la *brune* dans le tonneau avec un vase en bois de 10 litres environ, et on emplit les chaudières.

Arrivé à ce point, le saunier fait un feu ardent, pour amener promptement l'ébullition.

Une heure et demie s'écoule sans que le saunier ait autre chose à faire qu'à entretenir le feu et écumer la *brune*. Ce temps écoulé, la brune commence à cristalliser. Le saunier puise de nouveau liquide dans le tonneau, pour remplir la chaudière, dont le contenu a diminué par l'évaporation, et il augmente le feu, pour revenir le plus promptement possible à l'ébullition. Il s'écoule encore 30 minutes, et les cristaux de sel apparaissent.

Le sel est alors retiré des chaudières avec une pelle en bois, et déposé dans un panier d'osier, de forme cônique.

La durée totale de toute cette opération, que l'on appelle *bouillon*, est de deux heures seulement.

La quantité de sel produite par un *bouillon* est d'environ 14 kilogrammes. Comme il n'y a pas d'interruption pendant la nuit, il en résulte qu'on fait, par vingt-quatre heures, 175 kilogrammes, lesquels, vendus au prix moyen de 7 cent. 1/2, donnent par jour une somme de 13 fr. 25. Si l'on ajoute à cette recette le prix des cendres, qui sont revenues à un certain prix pour servir d'engrais, et représente environ 0 fr. 22, on a pour la recette d'un jour 13 fr. 50.

Voici maintenant quelles sont les dépenses :

Prix de 10 mètres cubes de sablon recueilli à la main	2 0
Loyer de la saline par jour	0 50
Combustible, bois ou charbon	5 20
Salaire de trois personnes	3 30
Pertes sur les chaudières	0 20
Entretien des paniers et autres ustensiles	0 20
Total	11 40

Le bénéfice serait donc de 2 fr. 10 par jour, qui, multiplié par 80, nombre de jours pendant lesquels le saunier peut fabriquer, donnerait à ce dernier un bénéfice de 168 francs (1). C'est un gain qui n'est pas indifférent pour les habitants de la côte, les véritables indigents de la contrée.

On voit, en résumé, que l'extraction du sel des sables imprégnés d'eau de mer est bien peu rémunératrice. Aussi est-elle à peu près abandonnée aujourd'hui : c'est le dernier vestige d'une très-ancienne industrie.

L'origine des salines de l'arrondissement d'Avranches se perd, en effet, dans la nuit des temps. Un chanoine de l'église cathédrale d'Avranches n'avait pour revenu de son canonicat que des rentes en sel : cette église avait été construite en 1121.

Un arrêt du conseil du roi de l'année 1546, relatif au *pays de quart bouillon*, et diverses ordonnances des années 1680 et 1694, avaient réglé le régime auquel les salines étaient assujetties. Sous ce régime, le fabricant n'aurait dû régulièrement payer que le *quart* de la valeur du sel, telle qu'elle était fixée par des syndics nommés par les fabricants ; c'est pour ce motif que l'impôt était nommé impôt de *quart bouillon*. Mais, peu à peu, diverses taxes furent ajoutées à la taxe primitive, en sorte que l'État, ou plutôt le fermier de l'État, percevait environ la moitié de la valeur du sel; l'autre moitié restait au fabricant.

On désigne, sous le nom de *pays de quart bouillon*, la partie de la basse Normandie dont les habitants étaient obligés de faire usage du sel fabriqué dans cette province.

Avant 1768, les salines de l'Avranchin étaient peu productives; mais, dans le cours de cette année, parut une déclaration du roi qui affranchissait les fabricants de la plus grande partie de leurs charges. Une fabrique rapporta alors, chaque année, environ 600 francs.

Cet état de choses disparut en 1790. A cette époque les droits sur les sels ayant été abolis partout, les fabriques de sel de l'arrondissement d'Avranches perdirent une partie de l'importance qu'elles avaient auparavant.

Dans notre siècle, les sels des marais de l'Ouest et du Midi, qui, autrefois, ne pénétraient que difficilement dans la basse Normandie, parurent sur les marchés de cette région. La mer étant devenue libre, et les frais de transport ayant subi une diminution considérable, enfin la fabrication étant beaucoup moins dispendieuse pour les marais salants de l'Ouest et du Midi que pour les salines de l'Avranchin, ces dernières usines se trouvèrent hors d'état de soutenir la concurrence.

Aujourd'hui les nombreuses salines, qui existaient autrefois dans la basse Normandie, ont disparu, et l'exploitation du *sablon* n'est plus qu'une précaire et triste ressource des indigents de la contrée.

(1) Nous empruntons ces chiffres et les éléments de cette description des salines d'Avranches, à l'*Enquête législative* exécutée en 1850 par l'ordre de l'Assemblée nationale, et publiée en 1851 par la commission nommée par l'Assemblée. Cette commission était présidée par M. Bixio (M. Favreau rapporteur), pages 298-302.

CHAPITRE XII

DESCRIPTION DES PROCÉDÉS DE FABRICATION DU SEL DANS LES MARAIS SALANTS DU MIDI DE LA FRANCE.

Nous avons fait connaître la composition de l'eau de la Méditerranée. D'après cette composition on peut se rendre compte des différents dépôts salins qui se produisent, quand cette eau est abandonnée, dans un marais salant, à l'évaporation spontanée.

L'étude particulière des différents dépôts salins qui se forment au fur et à mesure de la concentration de l'eau de mer, dans un marais salant du Midi a été faite, avec beaucoup de soin, par Usiglio, chimiste de la Compagnie des salins du Midi. Le mémoire d'Usiglio a été publié dans les *Annales de chimie et de physique*. Nous nous reporterons à ce travail pour l'analyse des phénomènes qui se produisent à mesure que l'eau de mer se concentre, sous l'influence d'une chaleur modérée.

D'après l'analyse d'Usiglio, que nous avons déjà rapportée, l'eau de la Méditerranée, prise à deux lieues de la côte de Cette, à un mètre de profondeur, renferme les substances suivantes :

Chlorure de sodium..........	2 9424
Chlorure de magnésium......	0 3219
Sulfate de magnésie..........	0 2477
Sulfate de chaux.............	0 1357
Bromure de sodium..........	0 0556
Chlorure de potassium.......	0 0505
Carbonate de chaux..........	0 0114
Oxyde de fer................	0 0003
Eau.........................	96 2345
Total..............	100 0000

Si l'on évapore cette eau à la température de 30 à 35 degrés, et qu'on l'amène, par l'évaporation, à marquer 25 degrés à l'aréomètre de Baumé, elle occupe un volume qui, par rapport au volume primitif, est représenté par la fraction 1/89. Si on analyse alors cette eau concentrée, on trouve que 100 grammes renferment :

Chlorure de sodium..........	22 2220
Chlorure de magnésium......	2 4420
Sulfate de magnésie..........	1 8724
Sulfate de chaux.............	0 1712
Bromure de sodium..........	0 4320
Chlorure de potassium.......	0 4050
Eau.........................	72 4554
Total..........	100 0000

Si l'on continue l'évaporation, et qu'on amène le liquide à marquer 30 degrés à l'aréomètre, il occupe un volume qui, par rapport au volume primitif de l'eau, se trouve réduit dans la proportion de 1 à 1/32. Sa composition sur 100 grammes est alors la suivante :

Chlorure de sodium............	16 830
Chlorure de magnésium.......	8 041
Sulfate de magnésie...........	6 231
Bromure de sodium............	1 161
Chlorure de potassium.........	1 449
Eau...........................	66 288
Total...........	100 000

Si l'on pousse l'évaporation jusqu'à 35 degrés de l'aréomètre, le volume du liquide est la fraction 1/58 de ce qu'il était primitivement, et 100 grammes sont formés des éléments suivants :

Chlorure de sodium...........	12 105
Chlorure de magnésium.......	14 796
Sulfate de magnésie...........	8 676
Bromure de sodium...........	1 545
Chlorure de potassium.........	2 497
Eau...........................	60 381
Total.............	100 000

Voilà ce qui se passe, quand on évapore artificiellement l'eau de la Méditerranée dans un laboratoire de chimie. Si l'on observe l'évaporation de la même eau dans un marais, voici ce que l'on constate, d'après Usiglio, quand la température de l'eau en évaporation est de 20 à 30 degrés centigrades.

On sait que l'eau de mer pure marque à l'aréomètre de Baumé 3°,5. Quand elle s'évapore spontanément, sous l'action des rayons solaires et du vent, on n'observe

aucun dépôt important, jusqu'au moment où, par un commencement de concentration, elle marque 16 degrés à l'aréomètre de Baumé : on voit seulement un peu d'oxyde de fer et de carbonate de chaux, qui, étant dissous par le gaz acide carbonique, se séparent du liquide.

De 16 à 21 degrés de l'aréomètre de Baumé, on voit se déposer la plus grande partie de sulfate de chaux, et, circonstance importante, le sulfate de chaux se sépare sans former cette combinaison de sulfate de chaux et de sulfate de soude qui se forme dans l'évaporation de l'eau des sources salées, sous l'influence de l'ébullition, dans les chaudières des salines de l'Est, et que l'on nomme *schlot*, produit dont la formation est un si grand inconvénient.

Le dépôt du sulfate de chaux continue au delà de 21 degrés de l'aréomètre, mais avec une abondance beaucoup moindre. Vers 25 degrés commence le dépôt du chlorure de sodium. Ce sel se dépose à peu près seul de 25 degrés à 32°,5. Toutefois, vers 25 degrés, il renferme des proportions sensibles de sulfate de chaux, et il est accompagné ensuite d'une proportion de sulfate de magnésie, qui va en croissant à mesure qu'on s'approche de 32°, 5 de l'aréomètre.

Au delà de 32°,5 la proportion de sulfate de magnésie qui se dépose, concurremment avec le sel marin, augmente très-rapidement, et le produit ne peut plus être considéré comme du chlorure de sodium : ce n'est plus qu'un mélange de chlorure de sodium et de sulfate de magnésie.

D'après cela, pour extraire de l'eau de la mer, du chlorure de sodium à peu près pur, il faut arrêter l'évaporation à 32°,5 de l'aréomètre de Baumé.

L'évaporation spontanée de l'eau de mer se fait sur les bords de la Méditerranée, et quelquefois, comme à Berre et Lavalduc, sur le bord des étangs salés qui sont en communication avec la mer. On introduit l'eau dans une série de vastes bassins peu profonds. On appelle *marais salants* l'ensemble de ces bassins d'évaporation naturelle.

Comme l'eau doit se réduire au moins au huitième de son volume avant de commencer à déposer du sel, il y a intérêt à recueillir les eaux une fois concentrées, dans une partie restreinte du marais qui soit plus soignée que le reste, en raison du dépôt qu'elle doit recevoir. C'est pour cela qu'on divise le marais en deux groupes principaux de bassins. Dans le Midi, on donne à ces deux parties distinctes du marais salant les noms de *partènements extérieurs* et de *partènements intérieurs*, et l'on nomme *tables salantes* les derniers petits bassins dans lesquels le sel se dépose à l'état cristallisé.

Les *partènements extérieurs* reçoivent directement l'eau de mer. L'eau s'y concentre, et de 3°,5 qu'elle marque à l'aréomètre, elle y atteint environ 8 degrés. Les *partènements intérieurs* (qui se nomment dans quelques salins du Midi *chauffoirs*) reçoivent l'eau ainsi concentrée, et l'amènent à environ 25 degrés. Cette eau passe de là dans les *tables salantes*.

Chacun des partènements ou *chauffoirs* est lui-même divisé en plusieurs compartiments, disposés en pente légère, et qui communiquent entre eux au moyen de petites vannes. L'eau parcourt successivement ces cases par la seule inclinaison du terrain.

L'eau entre dans le premier *chauffoir*, s'y concentre jusqu'à un certain degré, puis passe dans un second chauffoir, où elle se concentre davantage, et ainsi de suite jusqu'au dernier partènement, où elle atteint 25 degrés, et d'où elle passe enfin sur une *table salante*.

Les *tables salantes* sont quelquefois précédées d'un petit bassin, nommé *avant-pièce*. Elles sont séparées entre elles par de petites digues en terre, protégées par des planches.

Les ouvertures de communication sont disposées en diagonale l'une par rapport à l'autre.

L'eau qui sort d'un partènement est remplacée à mesure par de l'eau tirée du partènement précédent. Il s'établit ainsi un mouvement continu, réglé de telle manière que le degré de salure de l'eau contenue dans un partènement déterminé, reste à peu près invariable. En alimentant constamment la table salante d'eau à 25 degrés, on rend continue la production du sel, et la table salante se recouvre d'un dépôt de sel de plus en plus épais.

On a vu, dans la description des marais salants de l'Ouest, que les différentes parties du salin sont à un niveau décroissant, et que l'eau chemine toujours par la seule inclinaison du terrain. Cette disposition avantageuse ne peut exister dans les marais salants du Midi, par suite de l'absence des marées dans la Méditerranée.

Vaut-il mieux élever à un niveau supérieur toute l'eau à évaporer, ou attendre qu'elle soit un peu concentrée, pour l'élever? En d'autres termes, à quel moment de l'opération faut-il placer l'élévation de l'eau ?

Si les partènements occupent la partie la plus élevée du salin et les tables salantes la plus basse, tout le mouvement intérieur des eaux pourra se faire automatiquement, en vertu de la pente naturelle du sol. Mais cette disposition aurait deux graves inconvénients : 1° il faudrait élever la totalité de l'eau à traiter, ce qui serait excessivement coûteux; 2° les tables salantes, placées à un niveau inférieur à celui de la mer, ne pourraient être vidées que par des moyens mécaniques. Or, la faculté de vider complétement et rapidement les tables salantes est de la plus haute importance.

C'est en pesant ces inconvénients et ces avantages, que dans les salins de la Méditerranée, on a pris le parti de placer les premiers partènements à la partie la plus basse, et les tables salantes à la partie la plus élevée. De là résulte la nécessité d'élever l'eau par des machines quand elle est arrivée aux tables salantes, ou au partènement intérieur.

En résumé, les divers bassins qui composent le salin sont divisés en deux étages, ou *partènements*. L'eau parcourt les compartiments du premier partènement, en vertu de la pente; arrivée au second partènement, elle est élevée mécaniquement du dernier compartiment d'un étage au premier de l'étage suivant.

Il faut même dire que la majeure partie des salins du Midi est divisée en trois étages : deux pour les partènements et un pour les tables salantes. C'est à ce cas que correspondent les dénominations de *partènements extérieurs* et de *partènements intérieurs*. L'eau de la mer est d'ordinaire introduite automatiquement, grâce à la différence de niveau, dans le premier partènement extérieur. En ménageant soigneusement les pentes naturelles du sol, on a cherché à prolonger le plus possible la série des bassins que l'eau peut parcourir automatiquement. L'évaporation que l'eau subit dans ce parcours réduit beaucoup son volume, de sorte que la dépense à faire pour l'élever du dernier partènement extérieur au premier partènement intérieur, est très-notablement diminuée. Après une première élévation mécanique, l'eau parcourt de nouveau automatiquement toute la série des partènements intérieurs, et est élevée une seconde fois mécaniquement aux tables salantes.

Le mérite du constructeur chargé de l'aménagement d'un salin consiste à tirer le meilleur parti possible du relief naturel du sol, de façon à réduire au minimum les frais de premier établissement, et plus tard

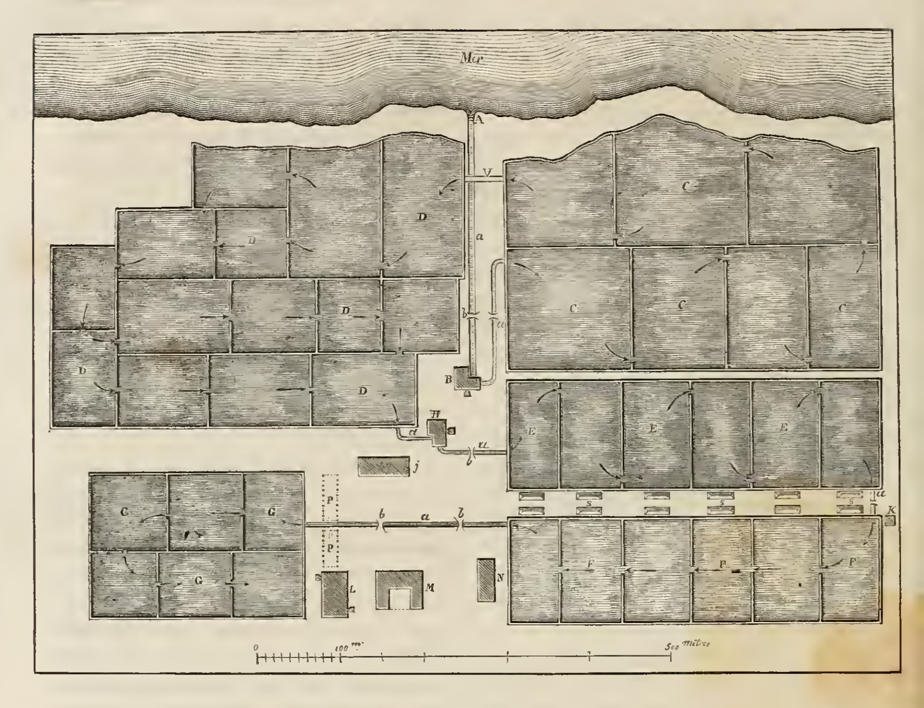


Fig. 376. — Plan du marais salant de Rassuen.

A. Prise d'eau à la mer.
B. Pompes à vapeur pour amener les eaux dans les échauffoirs, CC.
C. Bassins pour la concentration des eaux ou échauffoirs.
D. Échauffoirs recevant les eaux des bassins, CC.
E. Tables salantes.
F. id.
G. Bassins pour recevoir les eaux mères.
H. Pompes à vapeur pour amener l'eau des échauffoirs dans les tables salantes.
J. Habitation des maîtres sauniers.
K. Poste de douane.
L. Usine pour le traitement des eaux mères.
M. Habitation de la direction et bureaux.
N. — de la douane.
P. Hangars des cristallisoirs pour les sels des eaux mères.
S. Amas de sel.
V. Pont viaduc de communication.
a. Canaux de communication.
b. Ponts de communication.

les frais d'élévation, tout en laissant au saunier le moyen de régler toujours convenablement la vitesse des eaux d'un compartiment à l'autre.

Pour rendre parfaitement claire cette description des marais salants du midi de la France, il était nécessaire de mettre sous les yeux du lecteur le plan exact, relevé géométriquement, d'un marais salant de la Méditerranée. M. Gardain, directeur de la *Compagnie des produits chimiques du Midi*, a bien voulu faire exécuter, pour notre recueil, le plan du salin de Rassuen (Bouches-du-Rhône). La figure 376 représente ce plan, et la légende qui l'accompagne donne la destination de chacune de ses parties.

La figure 377, placée en regard de ce plan, est une vue pittoresque d'un autre sa-



Fig. 379. — La levée du sel dans un marais salant de la Méditerranée.

des cristaux, et qui consiste à couper l'eau de mer avec des eaux mères conservées des récoltes de l'année précédente.

Les sauniers du Midi conservaient autrefois les eaux mères, pour les mélanger, l'année suivante, soit avec des eaux vierges amenées par l'evaporation à 25° de l'aréomètre de Baumé, soit même avec des eaux n'ayant pas encore atteint ce degré de saturation. On avait été conduit à cette pratique par cette remarque que le mélange des eaux vierges avec des eaux faiblement concentrées, produisait assez rapidement des cristaux de sel très-volumineux.

Ce n'était pas là, comme on l'a cru longtemps, un préjugé. Le fait que la présence du chlorure de magnésium dans l'eau diminue notablement la solubilité du chlorure de sodium, dans cette même eau, explique pourquoi une dissolution qui renferme beaucoup de chlorure de magnésium, comme les eaux mères des marais salants, mélangée à une dissolution de sel marin, peut hâter le dépôt de ce dernier sel. Mais le sel qui se forme dans un semblable mélange est nécessairement chargé d'une notable proportion de chlorure de magnésium, ce qui augmente beaucoup sa déliquescence.

Si l'on veut obtenir du sel peu déliquescent, il faut donc renoncer à ce procédé, et rejeter les eaux mères qui ont atteint un degré trop élevé de concentration.

Autrefois, au salin de Villeneuve, la moitié du sel récolté était tellement chargé de magnésie, que souvent, ne pouvant le vendre, on le rejetait à la mer. Aujourd'hui, la plupart des propriétaires ou exploitants de marais salants des dépar-

tements de l'Hérault et des Pyrénées-Orientales, recommandent à leurs sauniers d'évacuer les eaux mères dès qu'elles ont atteint 28 à 30 degrés de concentration. Il est pourtant douteux que tous les sauniers se conforment à cette règle; il est probable que beaucoup d'entre eux, à l'insu des propriétaires, gardent les eaux mères d'une année, pour les utiliser l'année suivante.

On ne saurait blâmer cette pratique, car si le sel obtenu est plus amer et plus déliquescent, une exposition un peu longue à l'air le débarrasse au bout d'un temps assez long des sels magnésiens.

Le mélange, ou *coupage*, des eaux mères s'opère, soit dans un canal d'où le liquide mélangé s'écoule sur les tables salantes, soit sur les tables mêmes, où arrivent en même temps les deux espèces d'eaux, soit enfin dans une pièce, nommée *nourrice*, où les eaux fortes se rassemblent et où l'on amène l'eau faiblement concentrée, en ayant soin que cette dernière soit en assez grande quantité pour que le liquide provenant du mélange ne dépose pas de sel dans la pièce nourrice, mais seulement sur les tables qui doivent le recevoir.

En résumé, on peut, dans les salins du Midi, distinguer deux modes de fabrication bien distincts. Le premier, usité surtout dans les petits établissements, donne un type de sel unique : les tables sont *à alimentation indépendante*. Le sel a cristallisé dans les eaux de densité croissante et a été obtenu avec une intervention plus ou moins grande des eaux mères. Il laisse à désirer sous le rapport de la pureté chimique, mais convient d'ailleurs parfaitement à certains usages, pour lesquels il est préféré à tout autre type.

Le second mode de fabrication, c'est-à-dire le fractionnement, adopté surtout dans les grands établissements, est caractérisé par la division des produits de la cristallisation en deux ou trois types jouissant de propriétés spéciales qui font donner à chacun d'eux la préférence pour certains usages déterminés. L'addition des eaux mères est exclue de ce mode de fabrication.

Le fractionnement des produits de la cristallisation en plusieurs qualités distinctes, très-rationnel dans un grand établissement dont la production se partage entre des débouchés très-variés, présente, au contraire, beaucoup moins d'intérêt pour un petit salin qui n'a pas la même variété de débouchés et qui consacre souvent la totalité de sa production à satisfaire une commande unique. On ne doit donc pas regarder comme défectueux le mode de fabrication généralement suivi par les petits producteurs.

Certains petits salins sont, d'ailleurs, disposés de manière à permettre à volonté l'un ou l'autre mode de fabrication, selon les commandes. Tout dépend des conditions commerciales dans lesquelles on se trouve placé. Les grands salins, qui n'ont guère de débouchés qu'à la consommation alimentaire et qui ont même peine à écouler la totalité du type nº 1 qu'ils peuvent produire, doivent évidemment exclure complétement les eaux mères. Au contraire, les petits salins qui, comme ceux de Bouc, ont, grâce à leur situation géographique, des débouchés assurés pour la pêche et l'exportation, doivent chercher à produire le plus possible un sel léger et déliquescent. L'emploi régulier des eaux mères qui, en accroissant la production, donne au sel précisément les qualités qu'exigent ses débouchés spéciaux, est donc, dans ce genre de salins, parfaitement rationnel.

Arrivons à la récolte du sel.

La récolte se fait vers les mois de juillet et d'août, et de la même manière, dans les trois départements de l'Hérault, de l'Aude et des Pyrénées-Orientales.

Au fur et à mesure qu'il se forme dans les tables salantes, le sel s'accumule au fond de la table. Lorsqu'il forme une couche de 3 à 6 centimètres d'épaisseur, on procède à la récolte.

Cette récolte comprend deux opérations : le *battage* et le *levage*.

Le *battage*, ou *javelage*, consiste à rassembler le sel en un certain nombre de tas coniques, appelés *javelles*. Pour l'effectuer, on commence par faire écouler l'eau qui recouvre la couche de sel, et on laisse ce sel exposé au soleil pendant deux ou trois jours. On sépare ensuite les cristaux du fond de la table au moyen d'une pelle plate en bois, terminée par un biseau en fer, que l'on fait glisser horizontalement au-dessous de la couche de sel. On amoncelle ensuite ces plaquettes en gerbes. La séparation du sel et du fond argileux se produit très-nettement, et les cristaux sont purs de tout mélange terreux.

Le sel est amoncelé en petits tas coniques, appelés *javelles*. Chacune de ces javelles contient le sel levé sur une superficie de 100 mètres carrés, c'est-à-dire 5 à 6 tonnes en moyenne. On laisse le sel mis en *javelles* s'égoutter encore pendant deux ou trois jours, puis les ouvriers l'enlèvent dans des paniers en nattes, portés sur la tête. Le sel est ainsi transporté des javelles aux *graviers*, larges chaussées disposées exprès le long des tables pour recevoir le sel, qu'on y accumule en grands tas, de forme pyramidale, appelés *camelles*.

Le *levage* du sel doit être fait avec beaucoup de soin, afin de ne pas endommager les tables.

Pour *lever* le sel, on embauche, dans les grands salins du Midi, des centaines d'ouvriers. On confie autant que possible le javelage aux ouvriers du pays employés pendant l'année sur le salin ; le portage aux camelles est donné aux étrangers. Un bon *batteur* peut javeler dans sa journée 10 ou 12 tonnes. Quant aux porteurs, ils travaillent plus ou moins, selon leur force et leur énergie. Le poids de sel qu'ils transportent en un jour, dépend, d'ailleurs, de la distance à parcourir. Le poids contenu dans les paniers en nattes est d'environ 30 kilogrammes. On peut compter qu'un homme porte moyennement aux camelles 4 à 5 tonnes par jour, c'est-à-dire qu'il faut deux ou trois *porteurs* pour un *batteur*.

Comme la récolte du sel se fait au moment où les moissons augmentent beaucoup le prix de la main-d'œuvre, on a cherché à réduire cette dépense en recourant à divers moyens. Dans le salin de Berre, près de Marseille, on emploie un petit chemin de fer portatif, dont les rails se posent sur le sol des tables, et qui vient aboutir à la *camelle* en formation. Sur ce petit chemin de fer roulent des wagonnets attelés à une corde sans fin, qui est mue elle-même par un manége. On réalise ainsi une notable économie sur les frais du portage.

Dans le grand salin de Giraud, situé en Camargue, on a creusé un canal de navigation tout exprès pour éviter un transport des sels qui aurait été d'un prix énorme, fait à dos d'homme. Comme on l'a vu sur la figure 377, page 609, qui représente, d'après une photographie, une partie du salin de Giraud, de petits canaux longent les tables salantes. Des bateaux portant des caisses en bois, de la contenance de 2 mètres cubes, circulent sur ces canaux. Les ouvriers n'ont qu'à porter le sel à ces caisses ; puis les bateaux amènent les caisses pleines le long du canal. Des grues énormes, mues chacune par une petite machine à vapeur, enlèvent les caisses et les vident, de manière à constituer d'immenses *camelles*. Les grues peuvent se transporter d'un point à un autre du canal ; elles sont supportées par de forts galets qui roulent sur de solides madriers qu'on pose bout à bout devant la grue en marche. Chaque grue occupe 45 à 50 hommes; 25 à

40 sont employés au javelage et au portage jusqu'aux bateaux, 5 sur les bateaux, 5 à la grue. Chaque grue met en *camelles* environ 500 tonnes par jour, ce qui fait environ 10 tonnes par homme. Avec 100 hommes, on peut, en un mois, lever tout le sel récolté à Giraud. Sans les grues, il faudrait au moins 300 hommes, nombre qu'il serait impossible de se procurer en Camargue.

La *levée* du sel (fig. 379) est un travail excessivement pénible. Les ouvriers passent la journée sous un soleil brûlant, et souvent ils prolongent le travail fort avant dans la nuit. Ils arrivent à gagner ainsi 7, 8 et même 10 francs par jour ; mais après quelques semaines de ce travail, leurs forces sont complétement épuisées, et ils seraient hors d'état de commencer une nouvelle campagne.

La date et la durée de la récolte varient suivant les circonstances locales et surtout suivant la facilité plus ou moins grande avec laquelle on se procure, à un moment donné, le nombre d'ouvriers nécessaire. Dans tous les salins de la Compagnie du Midi, on commence le levage du 25 au 30 juillet. Le *javelage* doit être, autant que possible, terminé vers le 15 août, à cause des pluies d'orage qui sont fréquentes dans la deuxième quinzaine d'août. Le portage se prolonge jusque vers le 1er septembre, ce qui élève à un mois la durée moyenne de la récolte.

Cette durée se réduit à une quinzaine de jours pour les petits salins. A Hyères, où l'on manque de bras, la récolte ne se termine guère avant la fin de septembre, et dure ainsi près de deux mois.

Dans les petits salins de Bouc, où l'on fabrique un sel assez léger et déliquescent, on fait, d'ordinaire, deux levages par an : le premier vers le 15 juillet, le second vers le 15 septembre. Le premier levage n'interrompt la production d'une table que pendant deux ou trois jours. Dès qu'elle est débarrassée de son sel, on la nettoie, puis on l'alimente d'eau saturée, et le dépôt du sel recommence. On fait même quelquefois, à Bouc, plus de deux levages par an. Si l'acheteur demande des sels très-légers, on fait jusqu'à cinq ou six récoltes. On lève alors des couches d'un demi-centimètre à un centimètre tous les huit, dix, douze jours. Les sels ainsi récoltés sont, d'ailleurs, tout aussi blancs et aussi propres, grâce au soin extrême avec lequel les tables sont entretenues et nettoyées.

Pour conserver le sel, on en fait de grands tas à base rectangulaire, terminés par une arête horizontale, qui portent, comme nous l'avons dit, le nom de *camelles*. Ils sont tantôt couverts et tantôt découverts.

Dans le département du Gard, les couvertures se font avec des joncs. Dans les départements des Bouches-du-Rhône et du Var, elles sont composées de longues tuiles demi-cylindriques.

Très-souvent les *camelles* sont laissées entièrement à découvert. Le sel est alors lavé par les pluies et subit un déchet plus considérable ; mais ce lavage à la pluie purifie le produit, en entraînant les sels de magnésie. Le sel devient ainsi moins amer et moins déliquescent. Ordinairement, avant de couvrir les camelles, on les laisse arroser par les premières pluies d'automne.

Cette exposition momentanée et permanente à l'air est donc une véritable purification. C'est l'équivalent du lavage mécanique dans l'eau de mer saturée de sel, que l'on pratique pour raffiner les sels de l'Ouest.

CHAPITRE XIII

EXPLOITATION DES EAUX MÈRES DES MARAIS SALANTS DU MIDI DE LA FRANCE, POUR EN RETIRER LA POTASSE.

Dans les marais salants de l'Ouest, les eaux mères, c'est-à-dire le résidu de l'éva-

poration des eaux de la mer qui ont laissé déposer le chlorure de sodium, sont perdues, ou ne servent, tout au plus, qu'à opérer des coupages, pour activer la cristallisation du sel. Même dans le cas où l'on pourrait extraire avec avantage de ces eaux mères les sels de magnésie, le sulfate de soude et les sels de potasse qu'elles renferment, l'extrême division de la propriété salicicole dans l'Ouest, qui multiplie à l'infini les champs d'exploitation, serait un obstacle à leur traitement industriel. Dans le midi de la France, au contraire, tous les marais salants sont concentrés entre les mains d'un petit nombre de compagnies puissantes, qui ont élevé l'industrie saunière au niveau du progrès scientifique moderne. L'exploitation des eaux mères ne pouvait échapper à l'esprit d'études et de recherches qui caractérise ces compagnies. Un chimiste éminent, M. Balard, de l'Institut, professeur à la Sorbonne et au Collége de France, avait, de son côté, consacré vingt années de sa vie à s'occuper de l'exploitation de ces eaux mères. C'est ce qui explique la longue série d'expériences et d'essais qui furent entrepris depuis 1840 jusqu'à ce jour, et qui avaient pour objet l'extraction de la potasse des eaux mères des marais salants.

Malheureusement, un fait imprévu, la découverte d'un immense gisement de chlorure de potassium à Stassfürt, en Prusse, est venu bouleverser les conditions commerciales de cette entreprise, et réduire à des proportions relativement minimes une industrie qui, logiquement, devait prendre un grand développement. L'industrie de l'exploitation des eaux mères ne se relèvera probablement jamais de ce contre-temps commercial; mais cette circonstance n'enlève rien au mérite de l'inventeur, et ne peut nous empêcher de parler de l'invention avec tout l'intérêt dont elle est digne.

Comme on l'a vu dans la Notice précédente, l'unique source de la production de la potasse avait été, primitivement, la combustion des arbres des forêts. Mais de même que Nicolas Leblanc nous a donné le moyen

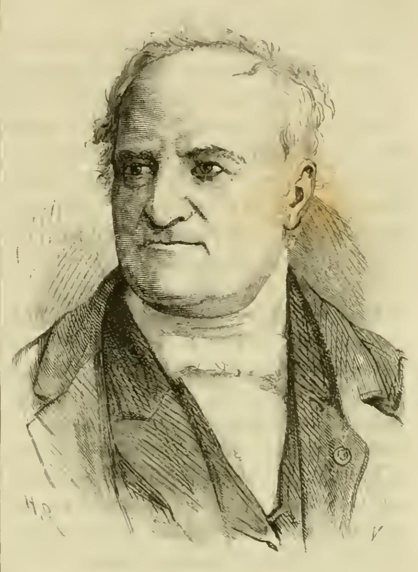


Fig. 380. — Balard.

d'extraire des eaux de la mer la soude, que l'on ne retirait autrefois que de la combustion des plantes marines, M. Balard a créé des procédés qui permettent de retirer avec économie la potasse de ces mêmes eaux de la mer.

On a vu par l'analyse chimique de l'eau de la mer consignée plus haut (page 589), que cette eau minérale par excellence, renferme pour 1 litre, $0^{gr},004$ de potasse. Cette quantité de potasse est bien faible si on la rapporte à 1 litre, mais elle est considérable si l'on envisage la quantité d'eau de mer qui s'évapore dans un marais salant. On comprend donc que l'extraction de la potasse des eaux de la mer soit possible et avantageuse quand on s'adresse aux résidus de

l'évaporation des eaux des marais salants, c'est-à-dire à leurs eaux mères.

La potasse qui existe dans l'eau de la mer, forme des sels très-solubles dans l'eau ; elle doit donc rester, et elle reste en effet, concentrée dans les eaux mères.

Mais par quels procédés peut-on arriver à extraire avec économie et dans des conditions pratiques, la potasse des eaux mères des marais salants ? Pour donner une idée exacte de ces procédés nous prendrons encore pour guide le *Rapport technique* de M. Matrot, inséré à la fin de l'*Enquête sur les sels*, publiée en 1869 par les soins du Ministère de l'agriculture et du commerce.

C'est quand les eaux des marais salants marquent 32°,5 à l'aréomètre que l'on arrête l'évaporation de l'eau dans les marais salants du Midi, et que l'on considère alors le liquide concentré comme une *eau mère*.

Pour traiter industriellement ces eaux mères et en retirer la potasse, on met à part ces eaux, et on les abandonne à l'évaporation naturelle, dans de nouveaux bassins ayant cette affectation spéciale.

De 32°,5 à 35 degrés de l'aréomètre de Baumé, les eaux mères, en s'évaporant dans ces bassins, laissent déposer, non une combinaison, mais un *mélange*, de chlorure de sodium et de sulfate de magnésie, qu'on désigne sous le nom de *sel mixte*. Le chlorure de sodium se dépose surtout pendant le jour, par le fait de l'évaporation, le sulfate de magnésie pendant la nuit, par le fait du refroidissement. Les deux sels mélangés forment de minces couches alternatives, qui constituent une masse cohérente. Comme le sulfate de magnésie se dépose plus abondamment pendant les nuits fraîches, le *sel mixte* en contient une proportion d'autant plus forte que la température, pendant sa fabrication, a été plus basse. On peut admettre que le sel mixte contient moyennement 40 à 45 p. 0/0 de sulfate de magnésie et 55 à 60 p. 0/0 de chlorure de sodium.

Si l'on dissout dans l'eau le *sel mixte*, et qu'on expose la dissolution, en hiver, à l'action du froid, sur des tables salantes, le chlorure de sodium et le sulfate de magnésie se décomposent mutuellement, et cela en vertu des lois de Berthollet, c'est-à-dire parce que le sulfate de soude qui peut résulter de la réaction de ces deux sels, est insoluble dans l'eau dont la température est au-dessous de 0°. On obtient ainsi du sulfate de soude cristallisé, que l'on fait dessécher dans des fours, l'industrie n'employant ce produit qu'à l'état anhydre.

Une fois le sel mixte déposé et les eaux mères ayant une densité de 35° à l'aréomètre, on peut suivre, pour extraire la potasse, deux méthodes distinctes : la *méthode des sels d'été* et la *méthode des eaux* à 35°.

Méthode des sels d'été. — Si l'on continue immédiatement sur le sol, l'évaporation des eaux qui viennent de déposer le *sel mixte*, on obtient entre 35 et 38 degrés, un dépôt assez complexe, riche en sels de potasse, qu'on désigne sous le nom de *sel d'été*. Les premiers dépôts, formés entre 35 et 36°,5 contiennent la potasse, surtout à l'état de sulfate ; entre 36,5 et 38 degrés, c'est le chlorure qui domine. Dans les deux cas, la potasse est à l'état de sel double magnésien (sulfate double de potasse et de magnésie, chlorure double de potassium et de magnésium).

D'après M. Dony, la composition moyenne du dépôt obtenu sans fractionnement entre 35 et 38 degrés, peut être représentée de la manière suivante :

Sulfate double de potasse et de magnésie ($SO^3,MgO + SO^3,KO + 6HO$).........	52,6
Chlorure double de potassium et de magnésium ($2MgCl + KCl + 12HO$)......	16,6
Chlorure de magnésium ($MgCl$)........	10,4
Chlorure de sodium ($NaCl$)............	15,1
Eau interposée.......................	4,8
Matières insolubles..................	0,5
	100,0

Le *sel d'été* peut donc être considéré comme du sulfate double de potasse et de magnésie très-impur.

Si l'on redissout dans l'eau le *sel d'été*, et qu'on le fasse cristalliser, on obtient du sulfate double de potasse et de magnésie assez pur pour être appliqué, immédiatement ou après un raffinage très-simple, à divers usages industriels.

Malheureusement on n'obtient ainsi à l'état de sulfate double cristallisé, que la moitié de la potasse contenue dans les eaux. De là est venue la seconde méthode, imaginée par M. Balard.

Méthode des eaux à 35 *degrés*. — Au lieu de continuer immédiatement sur le sol l'évaporation des eaux qui viennent de déposer le sel mixte, on emmagasine ces eaux dans des réservoirs profonds, en les accumulant sur plusieurs mètres d'épaisseur. Au commencement de l'hiver, on expose ces eaux, sur des tables salantes, à l'action des premiers froids, de manière à leur faire atteindre à peu près la température de + 6 degrés centigrades. On obtient ainsi un dépôt abondant de sulfate de magnésie, à peu près pur. Les eaux à 35 degrés ne marquent plus, après avoir abandonné ce sulfate de magnésie, que 33°,5. Elles sont alors réintégrées dans les réservoirs, où l'on vient les reprendre au retour de l'été. Soumises à l'évaporation sur des tables salantes, elles donnent, en se concentrant de 33°,5 à 38 degrés, du chlorure double de potassium et de magnésium.

Ce sel contient la totalité de la potasse renfermée dans les eaux mères; mais il est très-impur. Le sel brut obtenu entre 33°,5 et 38 degrés, est ainsi composé, selon M. Dony :

Chlorure double de potassium et de magnésium ($2MgCl + KCl + 12HO$)......	68,2
Sulfate de magnésie hydraté ($SO^3,MgO + 7HO$)................	16,5
Chlorure de potassium (KCl)..........	4,6
Chlorure de sodium ($NaCl$)............	1,05
Eau interposée....................	0,2
	100,0

Le chlorure double brut étant dissous dans l'eau et soumis à une cristallisation, laisse du chlorure de potassium, au titre de 91 à 98 p. 0/0 de pureté.

Les eaux mères qui ont fourni ce dépôt peuvent elles-mêmes être utilisées. Elles sont, en effet, susceptibles de donner, par dessiccation, de l'acide chlorhydrique et de la magnésie.

La première méthode que nous avons décrite, celle des *sels d'été*, fut d'abord employée au salin du Bagnas, situé sur la plage de Cette. La dissolution des sels d'été dans l'eau douce donnait, par évaporation et par refroidissement, du sulfate double de potasse et de magnésie assez pur pour être employé directement à la fabrication du carbonate de potasse. Mais c'est surtout à la préparation de l'alun qu'on employait les sels de potasse tirés du Bagnas. On transformait directement le sel d'été en alun, par son mélange avec du sulfate d'alumine.

La *méthode des sels d'été* donna de très-bons résultats au Bagnas, grâce surtout à l'imperméabilité exceptionnelle du sol. Mais l'abandon que le commerce fit, à cette époque, de l'alun potassique, auquel l'alun ammoniacal fut substitué, et d'autre part, la valeur croissante du chlorure de potassium, firent bientôt donner la préférence à la seconde méthode, à celle des *eaux à* 35 *degrés*. Cette méthode avait sur la précédente l'avantage de fournir la totalité de la potasse contenue dans les eaux mères. A la vérité, cette potasse n'était obtenue qu'à l'état de chlorure.

La *méthode des eaux à* 35 *degrés* fut expérimentée par M. Agard dans le salin de Berre, et au salin de Rassuen, en 1848 et 1849. A la suite de ces expériences, des conférences, auxquelles prirent part les principaux intéressés dans la question des eaux mères, furent tenues à Marseille, en 1850. Dans ces

conférences, on s'occupa, non-seulement de fixer d'une manière précise, d'après les résultats obtenus tant au Bagnas qu'à Rassuen et à Berre, les règles à suivre dans l'exploitation des eaux mères, mais encore de déterminer approximativement les dépenses de première installation nécessitées par l'exploitation nouvelle et la valeur des produits qu'elle devait fournir.

Dès 1851, le traitement des eaux mères fut organisé au salin de Berre par la *méthode des eaux à* 35 *degrés*. Mais les résultats ne répondirent pas à toutes les espérances qu'on avait conçues. Le sol de Berre, beaucoup plus perméable que celui du Bagnas, laissait perdre une portion considérable des eaux mères; la perte allait croissant à mesure que la concentration augmentait et que les eaux devenaient ainsi plus précieuses.

Cependant, comme d'une part, on trouva des débouchés avantageux pour le sulfate de magnésie, et que, d'autre part, le prix toujours croissant du chlorure de potassium, qui s'éleva bientôt à 55 et 60 francs, compensait en partie la perte éprouvée sur le rendement prévu, les résultats obtenus à Berre furent, en définitive, excellents, et ne firent que confirmer les espérances qu'on fondait sur les eaux mères. La compagnie des salins du Midi (société Renouard) résolut d'exploiter les eaux mères dans son immense salin de Peccais, et M. Henry Merle, secondé par un ingénieur distingué, M. Levat, disposa le vaste salin de Giraud (dont la superficie est environ de 1,000 hectares) pour l'exploitation des eaux mères par la *méthode des eaux à* 35°.

Malheureusement le sol de la Camargue, se trouva être beaucoup moins imperméable qu'on ne l'avait pensé. A Giraud, plus encore qu'à Berre, on constata que, dans l'exploitation des eaux mères, la difficulté capitale est de se procurer la matière première des opérations.

M. Henry Merle ne se laissa pas arrêter par cet obstacle. L'invention des machines réfrigérantes de M. Carré vint bientôt lui suggérer une heureuse solution du problème. Ce n'est pas seulement avec une dissolution de *sel mixte* (sel marin et sulfate de magnésie) qu'on peut, par refroidissement, obtenir du sulfate de soude; les eaux mères à 32°,5 et même l'eau vierge à 25 degrés, peuvent en fournir, pourvu qu'on abaisse suffisamment leur température. Seulement la proportion de sulfate de soude obtenue est d'autant moindre et l'opération exige une température d'autant plus basse, que la dissolution est moins riche en sulfate de magnésie. Les appareils Carré fournissent les moyens d'extraire immédiatement du sulfate de soude des eaux qui viennent de déposer du chlorure de sodium. M. Merle jugea bon de ne soumettre à l'action du froid que des eaux moyennement concentrées. Il fixa à 28 degrés la limite de la cristallisation du chlorure de sodium. La méthode nouvelle prit, par suite, le nom de *méthode des eaux à* 28 *degrés*, et voici comment on la met en pratique.

Méthode des eaux à 28 *degrés*. — Les eaux mères des marais, salants parvenues à 28 degrés de l'aréomètre de Baumé, sont emmagasinées dans de vastes et profonds réservoirs, où on les accumule pendant toute la campagne salinière. Elles sont ensuite reprises dans ces réservoirs, toute l'année, au fur et à mesure des besoins.

Ces eaux sont d'abord soumises, dans les appareils Carré, à un froid de — 18°. Elles abandonnent ainsi une forte proportion de sulfate de soude. Des appareils Carré elles passent dans des chaudières, où on les concentre au moyen du combustible. Dans ces chaudières on obtient du sel marin raffiné, auquel son extrême légèreté assure des débouchés avantageux. Après avoir été amenées dans les chaudières à 36 degrés de concentration, les eaux sont conduites dans des cristallisoirs. Le chlorure double de potas-



Fig. 379. — La levée du sel dans un marais salant de la Méditerranée.

des cristaux, et qui consiste à couper l'eau de mer avec des eaux mères conservées des récoltes de l'année précédente.

Les sauniers du Midi conservaient autrefois les eaux mères, pour les mélanger, l'année suivante, soit avec des eaux vierges amenées par l'évaporation à 25° de l'aréomètre de Baumé, soit même avec des eaux n'ayant pas encore atteint ce degré de saturation. On avait été conduit à cette pratique par cette remarque que le mélange des eaux vierges avec des eaux faiblement concentrées, produisait assez rapidement des cristaux de sel très-volumineux.

Ce n'était pas là, comme on l'a cru longtemps, un préjugé. Le fait que la présence du chlorure de magnésium dans l'eau diminue notablement la solubilité du chlorure de sodium, dans cette même eau, explique pourquoi une dissolution qui renferme beaucoup de chlorure de magnésium, comme les eaux mères des marais salants, mélangée à une dissolution de sel marin, peut hâter le dépôt de ce dernier sel. Mais le sel qui se forme dans un semblable mélange est nécessairement chargé d'une notable proportion de chlorure de magnésium, ce qui augmente beaucoup sa déliquescence.

Si l'on veut obtenir du sel peu déliquescent, il faut donc renoncer à ce procédé, et rejeter les eaux mères qui ont atteint un degré trop élevé de concentration.

Autrefois, au salin de Villeneuve, la moitié du sel récolté était tellement chargé de magnésie, que souvent, ne pouvant le vendre, on le rejetait à la mer. Aujourd'hui, la plupart des propriétaires ou exploitants de marais salants des dépar-

tements de l'Hérault et des Pyrénées-Orientales, recommandent à leurs sauniers d'évacuer les eaux mères dès qu'elles ont atteint 28 à 30 degrés de concentration. Il est pourtant douteux que tous les sauniers se conforment à cette règle ; il est probable que beaucoup d'entre eux, à l'insu des propriétaires, gardent les eaux mères d'une année, pour les utiliser l'année suivante.

On ne saurait blâmer cette pratique, car si le sel obtenu est plus amer et plus déliquescent, une exposition un peu longue à l'air le débarrasse au bout d'un temps assez long des sels magnésiens.

Le mélange, ou *coupage*, des eaux mères s'opère, soit dans un canal d'où le liquide mélangé s'écoule sur les tables salantes, soit sur les tables mêmes, où arrivent en même temps les deux espèces d'eaux, soit enfin dans une pièce, nommée *nourrice*, où les eaux fortes se rassemblent et où l'on amène l'eau faiblement concentrée, en ayant soin que cette dernière soit en assez grande quantité pour que le liquide provenant du mélange ne dépose pas de sel dans la pièce nourrice, mais seulement sur les tables qui doivent le recevoir.

En résumé, on peut, dans les salins du Midi, distinguer deux modes de fabrication bien distincts. Le premier, usité surtout dans les petits établissements, donne un type de sel unique : les tables sont *à alimentation indépendante*. Le sel a cristallisé dans les eaux de densité croissante et a été obtenu avec une intervention plus ou moins grande des eaux mères. Il laisse à désirer sous le rapport de la pureté chimique, mais convient d'ailleurs parfaitement à certains usages, pour lesquels il est préféré à tout autre type.

Le second mode de fabrication, c'est-à-dire le fractionnement, adopté surtout dans les grands établissements, est caractérisé par la division des produits de la cristallisation en deux ou trois types jouissant de propriétés spéciales qui font donner à chacun d'eux la préférence pour certains usages déterminés. L'addition des eaux mères est exclue de ce mode de fabrication.

Le fractionnement des produits de la cristallisation en plusieurs qualités distinctes, très-rationnel dans un grand établissement dont la production se partage entre des débouchés très-variés, présente, au contraire, beaucoup moins d'intérêt pour un petit salin qui n'a pas la même variété de débouchés et qui consacre souvent la totalité de sa production à satisfaire une commande unique. On ne doit donc pas regarder comme défectueux le mode de fabrication généralement suivi par les petits producteurs.

Certains petits salins sont, d'ailleurs, disposés de manière à permettre à volonté l'un ou l'autre mode de fabrication, selon les commandes. Tout dépend des conditions commerciales dans lesquelles on se trouve placé. Les grands salins, qui n'ont guère de débouchés qu'à la consommation alimentaire et qui ont même peine à écouler la totalité du type n° 1 qu'ils peuvent produire, doivent évidemment exclure complétement les eaux mères. Au contraire, les petits salins qui, comme ceux de Bouc, ont, grâce à leur situation géographique, des débouchés assurés pour la pêche et l'exportation, doivent chercher à produire le plus possible un sel léger et déliquescent. L'emploi régulier des eaux mères qui, en accroissant la production, donne au sel précisément les qualités qu'exigent ses débouchés spéciaux, est donc, dans ce genre de salins, parfaitement rationnel.

Arrivons à la récolte du sel.

La récolte se fait vers les mois de juillet et d'août, et de la même manière, dans les trois départements de l'Hérault, de l'Aude et des Pyrénées-Orientales.

Au fur et à mesure qu'il se forme dans les tables salantes, le sel s'accumule au fond de la table. Lorsqu'il forme une couche de 3 à 6 centimètres d'épaisseur, on procède à la récolte.

Cette récolte comprend deux opérations : le *battage* et le *levage*.

Le *battage*, ou *javelage*, consiste à rassembler le sel en un certain nombre de tas coniques, appelés *javelles*. Pour l'effectuer, on commence par faire écouler l'eau qui recouvre la couche de sel, et on laisse ce sel exposé au soleil pendant deux ou trois jours. On sépare ensuite les cristaux du fond de la table au moyen d'une pelle plate en bois, terminée par un biseau en fer, que l'on fait glisser horizontalement au-dessous de la couche de sel. On amoncelle ensuite ces plaquettes en gerbes. La séparation du sel et du fond argileux se produit très-nettement, et les cristaux sont purs de tout mélange terreux.

Le sel est amoncelé en petits tas coniques, appelés *javelles*. Chacune de ces javelles contient le sel levé sur une superficie de 100 mètres carrés, c'est-à-dire 5 à 6 tonnes en moyenne. On laisse le sel mis en *javelles* s'égoutter encore pendant deux ou trois jours, puis les ouvriers l'enlèvent dans des paniers en nattes, portés sur la tête. Le sel est ainsi transporté des javelles aux *graviers*, larges chaussées disposées exprès le long des tables pour recevoir le sel, qu'on y accumule en grands tas, de forme pyramidale, appelés *camelles*.

Le *levage* du sel doit être fait avec beaucoup de soin, afin de ne pas endommager les tables.

Pour *lever* le sel, on embauche, dans les grands salins du Midi, des centaines d'ouvriers. On confie autant que possible le javelage aux ouvriers du pays employés pendant l'année sur le salin ; le portage aux camelles est donné aux étrangers. Un bon *batteur* peut javeler dans sa journée 10 ou 12 tonnes. Quant aux porteurs, ils travaillent plus ou moins, selon leur force et leur énergie. Le poids de sel qu'ils transportent en un jour, dépend, d'ailleurs, de la distance à parcourir. Le poids contenu dans les paniers en nattes est d'environ 30 kilogrammes. On peut compter qu'un homme porte moyennement aux camelles 4 à 5 tonnes par jour, c'est-à-dire qu'il faut deux ou trois *porteurs* pour un *batteur*.

Comme la récolte du sel se fait au moment où les moissons augmentent beaucoup le prix de la main-d'œuvre, on a cherché à réduire cette dépense en recourant à divers moyens. Dans le salin de Berre, près de Marseille, on emploie un petit chemin de fer portatif, dont les rails se posent sur le sol des tables, et qui vient aboutir à la *camelle* en formation. Sur ce petit chemin de fer roulent des wagonnets attelés à une corde sans fin, qui est mue elle-même par un manége. On réalise ainsi une notable économie sur les frais du portage.

Dans le grand salin de Giraud, situé en Camargue, on a creusé un canal de navigation tout exprès pour éviter un transport des sels qui aurait été d'un prix énorme, fait à dos d'homme. Comme on l'a vu sur la figure 377, page 609, qui représente, d'après une photographie, une partie du salin de Giraud, de petits canaux longent les tables salantes. Des bateaux portant des caisses en bois, de la contenance de 2 mètres cubes, circulent sur ces canaux. Les ouvriers n'ont qu'à porter le sel à ces caisses ; puis les bateaux amènent les caisses pleines le long du canal. Des grues énormes, mues chacune par une petite machine à vapeur, enlèvent les caisses et les vident, de manière à constituer d'immenses *camelles*. Les grues peuvent se transporter d'un point à un autre du canal ; elles sont supportées par de forts galets qui roulent sur de solides madriers qu'on pose bout à bout devant la grue en marche. Chaque grue occupe 45 à 50 hommes; 25 à

40 sont employés au javelage et au portage jusqu'aux bateaux, 5 sur les bateaux, 5 à la grue. Chaque grue met en *camelles* environ 500 tonnes par jour, ce qui fait environ 10 tonnes par homme. Avec 100 hommes, on peut, en un mois, lever tout le sel récolté à Giraud. Sans les grues, il faudrait au moins 300 hommes, nombre qu'il serait impossible de se procurer en Camargue.

La *levée* du sel (fig. 379) est un travail excessivement pénible. Les ouvriers passent la journée sous un soleil brûlant, et souvent ils prolongent le travail fort avant dans la nuit. Ils arrivent à gagner ainsi 7, 8 et même 10 francs par jour ; mais après quelques semaines de ce travail, leurs forces sont complétement épuisées, et ils seraient hors d'état de commencer une nouvelle campagne.

La date et la durée de la récolte varient suivant les circonstances locales et surtout suivant la facilité plus ou moins grande avec laquelle on se procure, à un moment donné, le nombre d'ouvriers nécessaire. Dans tous les salins de la Compagnie du Midi, on commence le levage du 25 au 30 juillet. Le *javelage* doit être, autant que possible, terminé vers le 15 août, à cause des pluies d'orage qui sont fréquentes dans la deuxième quinzaine d'août. Le portage se prolonge jusque vers le 1er septembre, ce qui élève à un mois la durée moyenne de la récolte.

Cette durée se réduit à une quinzaine de jours pour les petits salins. A Hyères, où l'on manque de bras, la récolte ne se termine guère avant la fin de septembre, et dure ainsi près de deux mois.

Dans les petits salins de Bouc, où l'on fabrique un sel assez léger et déliquescent, on fait, d'ordinaire, deux levages par an : le premier vers le 15 juillet, le second vers le 15 septembre. Le premier levage n'interrompt la production d'une table que pendant deux ou trois jours. Dès qu'elle est débarrassée de son sel, on la nettoie, puis on l'alimente d'eau saturée, et le dépôt du sel recommence. On fait même quelquefois, à Bouc, plus de deux levages par an. Si l'acheteur demande des sels très-légers, on fait jusqu'à cinq ou six récoltes. On lève alors des couches d'un demi-centimètre à un centimètre tous les huit, dix, douze jours. Les sels ainsi récoltés sont, d'ailleurs, tout aussi blancs et aussi propres, grâce au soin extrême avec lequel les tables sont entretenues et nettoyées.

Pour conserver le sel, on en fait de grands tas à base rectangulaire, terminés par une arête horizontale, qui portent, comme nous l'avons dit, le nom de *camelles*. Ils sont tantôt couverts et tantôt découverts.

Dans le département du Gard, les couvertures se font avec des joncs. Dans les départements des Bouches-du-Rhône et du Var, elles sont composées de longues tuiles demi-cylindriques.

Très-souvent les *camelles* sont laissées entièrement à découvert. Le sel est alors lavé par les pluies et subit un déchet plus considérable ; mais ce lavage à la pluie purifie le produit, en entraînant les sels de magnésie. Le sel devient ainsi moins amer et moins déliquescent. Ordinairement, avant de couvrir les camelles, on les laisse arroser par les premières pluies d'automne.

Cette exposition momentanée et permanente à l'air est donc une véritable purification. C'est l'équivalent du lavage mécanique dans l'eau de mer saturée de sel, que l'on pratique pour raffiner les sels de l'Ouest.

CHAPITRE XIII

EXPLOITATION DES EAUX MÈRES DES MARAIS SALANTS DU MIDI DE LA FRANCE, POUR EN RETIRER LA POTASSE.

Dans les marais salants de l'Ouest, les eaux mères, c'est-à-dire le résidu de l'éva-

poration des eaux de la mer qui ont laissé déposer le chlorure de sodium, sont perdues, ou ne servent, tout au plus, qu'à opérer des coupages, pour activer la cristallisation du sel. Même dans le cas où l'on pourrait extraire avec avantage de ces eaux mères les sels de magnésie, le sulfate de soude et les sels de potasse qu'elles renferment, l'extrême division de la propriété salicicole dans l'Ouest, qui multiplie à l'infini les champs d'exploitation, serait un obstacle à leur traitement industriel. Dans le midi de la France, au contraire, tous les marais salants sont concentrés entre les mains d'un petit nombre de compagnies puissantes, qui ont élevé l'industrie saunière au niveau du progrès scientifique moderne. L'exploitation des eaux mères ne pouvait échapper à l'esprit d'études et de recherches qui caractérise ces compagnies. Un chimiste éminent, M. Balard, de l'Institut, professeur à la Sorbonne et au Collége de France, avait, de son côté, consacré vingt années de sa vie à s'occuper de l'exploitation de ces eaux mères. C'est ce qui explique la longue série d'expériences et d'essais qui furent entrepris depuis 1840 jusqu'à ce jour, et qui avaient pour objet l'extraction de la potasse des eaux mères des marais salants.

Malheureusement, un fait imprévu, la découverte d'un immense gisement de chlorure de potassium à Stassfürt, en Prusse, est venu bouleverser les conditions commerciales de cette entreprise, et réduire à des proportions relativement minimes une industrie qui, logiquement, devait prendre un grand développement. L'industrie de l'exploitation des eaux mères ne se relèvera probablement jamais de ce contre-temps commercial; mais cette circonstance n'enlève rien au mérite de l'inventeur, et ne peut nous empêcher de parler de l'invention avec tout l'intérêt dont elle est digne.

Comme on l'a vu dans la Notice précédente, l'unique source de la production de la potasse avait été, primitivement, la combustion des arbres des forêts. Mais de même que Nicolas Leblanc nous a donné le moyen

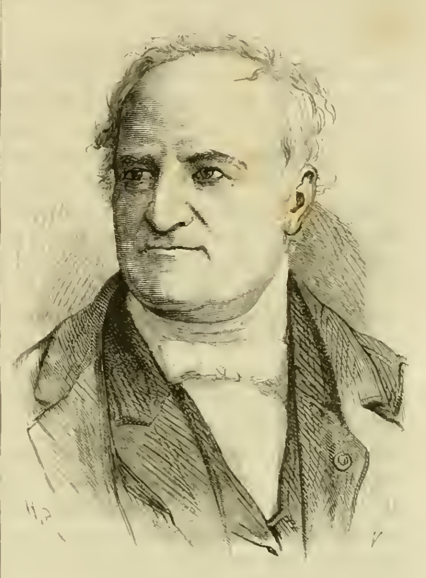


Fig. 380. — Balard.

d'extraire des eaux de la mer la soude, que l'on ne retirait autrefois que de la combustion des plantes marines, M. Balard a créé des procédés qui permettent de retirer avec économie la potasse de ces mêmes eaux de la mer.

On a vu par l'analyse chimique de l'eau de la mer consignée plus haut (page 589), que cette eau minérale par excellence, renferme pour 1 litre, $0^{gr},004$ de potasse. Cette quantité de potasse est bien faible si on la rapporte à 1 litre, mais elle est considérable si l'on envisage la quantité d'eau de mer qui s'évapore dans un marais salant. On comprend donc que l'extraction de la potasse des eaux de la mer soit possible et avantageuse quand on s'adresse aux résidus de

l'évaporation des eaux des marais salants, c'est-à-dire à leurs eaux mères.

La potasse qui existe dans l'eau de la mer, forme des sels très-solubles dans l'eau ; elle doit donc rester, et elle reste en effet, concentrée dans les eaux mères.

Mais par quels procédés peut-on arriver à extraire avec économie et dans des conditions pratiques, la potasse des eaux mères des marais salants ? Pour donner une idée exacte de ces procédés nous prendrons encore pour guide le *Rapport technique* de M. Matrot, inséré à la fin de l'*Enquête sur les sels*, publiée en 1869 par les soins du Ministère de l'agriculture et du commerce.

C'est quand les eaux des marais salants marquent 32°,5 à l'aréomètre que l'on arrête l'évaporation de l'eau dans les marais salants du Midi, et que l'on considère alors le liquide concentré comme une *eau mère*.

Pour traiter industriellement ces eaux mères et en retirer la potasse, on met à part ces eaux, et on les abandonne à l'évaporation naturelle, dans de nouveaux bassins ayant cette affectation spéciale.

De 32°,5 à 35 degrés de l'aréomètre de Baumé, les eaux mères, en s'évaporant dans ces bassins, laissent déposer, non une combinaison, mais un *mélange*, de chlorure de sodium et de sulfate de magnésie, qu'on désigne sous le nom de *sel mixte*. Le chlorure de sodium se dépose surtout pendant le jour, par le fait de l'évaporation, le sulfate de magnésie pendant la nuit, par le fait du refroidissement. Les deux sels mélangés forment de minces couches alternatives, qui constituent une masse cohérente. Comme le sulfate de magnésie se dépose plus abondamment pendant les nuits fraîches, le *sel mixte* en contient une proportion d'autant plus forte que la température, pendant sa fabrication, a été plus basse. On peut admettre que le sel mixte contient moyennement 40 à 45 p. 0/0 de sulfate de magnésie et 55 à 60 p. 0/0 de chlorure de sodium.

Si l'on dissout dans l'eau le *sel mixte*, et qu'on expose la dissolution, en hiver, à l'action du froid, sur des tables salantes, le chlorure de sodium et le sulfate de magnésie se décomposent mutuellement, et cela en vertu des lois de Berthollet, c'est-à-dire parce que le sulfate de soude qui peut résulter de la réaction de ces deux sels, est insoluble dans l'eau dont la température est au-dessous de 0°. On obtient ainsi du sulfate de soude cristallisé, que l'on fait dessécher dans des fours, l'industrie n'employant ce produit qu'à l'état anhydre.

Une fois le sel mixte déposé et les eaux mères ayant une densité de 35° à l'aréomètre, on peut suivre, pour extraire la potasse, deux méthodes distinctes : la *méthode des sels d'été* et la *méthode des eaux* à 35°.

Méthode des sels d'été. — Si l'on continue immédiatement sur le sol, l'évaporation des eaux qui viennent de déposer le *sel mixte*, on obtient entre 35 et 38 degrés, un dépôt assez complexe, riche en sels de potasse, qu'on désigne sous le nom de *sel d'été*. Les premiers dépôts, formés entre 35 et 36°,5 contiennent la potasse, surtout à l'état de sulfate ; entre 36,5 et 38 degrés, c'est le chlorure qui domine. Dans les deux cas, la potasse est à l'état de sel double magnésien (sulfate double de potasse et de magnésie, chlorure double de potassium et de magnésium).

D'après M. Dony, la composition moyenne du dépôt obtenu sans fractionnement entre 35 et 38 degrés, peut être représentée de la manière suivante :

Sulfate double de potasse et de magnésie ($SO^3,MgO + SO^3,KO + 6HO$)	52,6
Chlorure double de potassium et de magnésium ($2MgCl + KCl + 12HO$)	16,6
Chlorure de magnésium ($MgCl$)	10,4
Chlorure de sodium ($NaCl$)	15,1
Eau interposée	4,8
Matières insolubles	0,5
	100,0

Le *sel d'été* peut donc être considéré comme du sulfate double de potasse et de magnésie très-impur.

Si l'on redissout dans l'eau le *sel d'été*, et qu'on le fasse cristalliser, on obtient du sulfate double de potasse et de magnésie assez pur pour être appliqué, immédiatement ou après un raffinage très-simple, à divers usages industriels.

Malheureusement on n'obtient ainsi à l'état de sulfate double cristallisé, que la moitié de la potasse contenue dans les eaux. De là est venue la seconde méthode, imaginée par M. Balard.

Méthode des eaux à 35 *degrés.* — Au lieu de continuer immédiatement sur le sol l'évaporation des eaux qui viennent de déposer le sel mixte, on emmagasine ces eaux dans des réservoirs profonds, en les accumulant sur plusieurs mètres d'épaisseur. Au commencement de l'hiver, on expose ces eaux, sur des tables salantes, à l'action des premiers froids, de manière à leur faire atteindre à peu près la température de + 6 degrés centigrades. On obtient ainsi un dépôt abondant de sulfate de magnésie, à peu près pur. Les eaux à 35 degrés ne marquent plus, après avoir abandonné ce sulfate de magnésie, que 33°,5. Elles sont alors réintégrées dans les réservoirs, où l'on vient les reprendre au retour de l'été. Soumises à l'évaporation sur des tables salantes, elles donnent, en se concentrant de 33°,5 à 38 degrés, du chlorure double de potassium et de magnésium.

Ce sel contient la totalité de la potasse renfermée dans les eaux mères; mais il est très-impur. Le sel brut obtenu entre 33°,5 et 38 degrés, est ainsi composé, selon M. Dony:

Chlorure double de potassium et de magnésium ($2MgCl + KCl + 12HO$)......	68,2
Sulfate de magnésie hydraté ($SO^3,MgO + 7HO$)...........................	16,5
Chlorure de potassium (KCl)..........	4,6
Chlorure de sodium ($NaCl$)............	1,05
Eau interposée........................	0,2
	100,0

Le chlorure double brut étant dissous dans l'eau et soumis à une cristallisation, laisse du chlorure de potassium, au titre de 91 à 98 p. 0/0 de pureté.

Les eaux mères qui ont fourni ce dépôt peuvent elles-mêmes être utilisées. Elles sont, en effet, susceptibles de donner, par dessiccation, de l'acide chlorhydrique et de la magnésie.

La première méthode que nous avons décrite, celle des *sels d'été*, fut d'abord employée au salin du Bagnas, situé sur la plage de Cette. La dissolution des sels d'été dans l'eau douce donnait, par évaporation et par refroidissement, du sulfate double de potasse et de magnésie assez pur pour être employé directement à la fabrication du carbonate de potasse. Mais c'est surtout à la préparation de l'alun qu'on employait les sels de potasse tirés du Bagnas. On transformait directement le sel d'été en alun, par son mélange avec du sulfate d'alumine.

La *méthode des sels d'été* donna de très-bons résultats au Bagnas, grâce surtout à l'imperméabilité exceptionnelle du sol. Mais l'abandon que le commerce fit, à cette époque, de l'alun potassique, auquel l'alun ammoniacal fut substitué, et d'autre part, la valeur croissante du chlorure de potassium, firent bientôt donner la préférence à la seconde méthode, à celle des *eaux à* 35 *degrés*. Cette méthode avait sur la précédente l'avantage de fournir la totalité de la potasse contenue dans les eaux mères. A la vérité, cette potasse n'était obtenue qu'à l'état de chlorure.

La *méthode des eaux à* 35 *degrés* fut expérimentée par M. Agard dans le salin de Berre, et au salin de Rassuen, en 1848 et 1849. A la suite de ces expériences, des conférences, auxquelles prirent part les principaux intéressés dans la question des eaux mères, furent tenues à Marseille, en 1850. Dans ces

conférences, on s'occupa, non-seulement de fixer d'une manière précise, d'après les résultats obtenus tant au Bagnas qu'à Rassuen et à Berre, les règles à suivre dans l'exploitation des eaux mères, mais encore de déterminer approximativement les dépenses de première installation nécessitées par l'exploitation nouvelle et la valeur des produits qu'elle devait fournir.

Dès 1851, le traitement des eaux mères fut organisé au salin de Berre par la *méthode des eaux à* 35 *degrés.* Mais les résultats ne répondirent pas à toutes les espérances qu'on avait conçues. Le sol de Berre, beaucoup plus perméable que celui du Bagnas, laissait perdre une portion considérable des eaux mères; la perte allait croissant à mesure que la concentration augmentait et que les eaux devenaient ainsi plus précieuses.

Cependant, comme d'une part, on trouva des débouchés avantageux pour le sulfate de magnésie, et que, d'autre part, le prix toujours croissant du chlorure de potassium, qui s'éleva bientôt à 55 et 60 francs, compensait en partie la perte éprouvée sur le rendement prévu, les résultats obtenus à Berre furent, en définitive, excellents, et ne firent que confirmer les espérances qu'on fondait sur les eaux mères. La compagnie des salins du Midi (société Renouard) résolut d'exploiter les eaux mères dans son immense salin de Peccais, et M. Henry Merle, secondé par un ingénieur distingué, M. Levat, disposa le vaste salin de Giraud (dont la superficie est environ de 1,000 hectares) pour l'exploitation des eaux mères par la *méthode des eaux à* 35°.

Malheureusement le sol de la Camargue, se trouva être beaucoup moins imperméable qu'on ne l'avait pensé. A Giraud, plus encore qu'à Berre, on constata que, dans l'exploitation des eaux mères, la difficulté capitale est de se procurer la matière première des opérations.

M. Henry Merle ne se laissa pas arrêter par cet obstacle. L'invention des machines réfrigérantes de M. Carré vint bientôt lui suggérer une heureuse solution du problème. Ce n'est pas seulement avec une dissolution de *sel mixte* (sel marin et sulfate de magnésie) qu'on peut, par refroidissement, obtenir du sulfate de soude; les eaux mères à 32°,5 et même l'eau vierge à 25 degrés, peuvent en fournir, pourvu qu'on abaisse suffisamment leur température. Seulement la proportion de sulfate de soude obtenue est d'autant moindre et l'opération exige une température d'autant plus basse, que la dissolution est moins riche en sulfate de magnésie. Les appareils Carré fournissent les moyens d'extraire immédiatement du sulfate de soude des eaux qui viennent de déposer du chlorure de sodium. M. Merle jugea bon de ne soumettre à l'action du froid que des eaux moyennement concentrées. Il fixa à 28 degrés la limite de la cristallisation du chlorure de sodium. La méthode nouvelle prit, par suite, le nom de *méthode des eaux à* 28 *degrés*, et voici comment on la met en pratique.

Méthode des eaux à 28 *degrés.* — Les eaux mères des marais, salants parvenues à 28 degrés de l'aréomètre de Baumé, sont emmagasinées dans de vastes et profonds réservoirs, où on les accumule pendant toute la campagne salinière. Elles sont ensuite reprises dans ces réservoirs, toute l'année, au fur et à mesure des besoins.

Ces eaux sont d'abord soumises, dans les appareils Carré, à un froid de — 18°. Elles abandonnent ainsi une forte proportion de sulfate de soude. Des appareils Carré elles passent dans des chaudières, où on les concentre au moyen du combustible. Dans ces chaudières on obtient du sel marin raffiné, auquel son extrême légèreté assure des débouchés avantageux. Après avoir été amenées dans les chaudières à 36 degrés de concentration, les eaux sont conduites dans des cristallisoirs. Le chlorure double de potas-

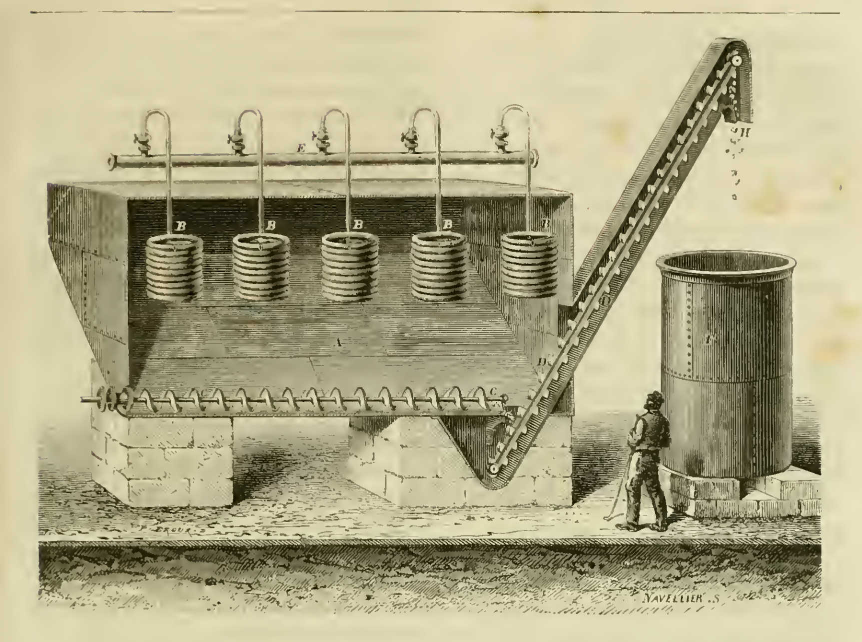


Fig. 381. — Appareil évaporateur pour l'extraction de la potasse des eaux mères des marais salants du midi.

sium et de magnésium se dépose par le refroidissement.

Ce chlorure double, lavé à l'eau froide, cède à l'eau le chlorure de magnésium, qui est beaucoup plus soluble que le chlorure de potassium. Après ce lavage à l'eau froide, le produit, soumis à un simple *turbinage*, pour chasser les dernières portions de la liqueur qui humecte les cristaux, fournit du chlorure de potassium commercial.

Malgré la perméabilité du sol, il est toujours très-facile d'obtenir en grande abondance des eaux à 28 degrés; ces eaux une fois emmagasinées dans les réservoirs, on possède un approvisionnement qui permet de marcher régulièrement toute l'année. La *méthode des eaux à* 28 *degrés* est caractérisée par l'abondance de la matière et la régularité du travail.

Les choses en étaient là quand la découverte des gisements naturels de chlorure de potassium à Stassfürt, en faisant tomber brusquement le chlorure de potassium du prix de 60 francs à celui de 25 francs, vint bouleverser les conditions de l'industrie des eaux mères.

La compagnie des salins du Midi renonça à son projet de créer cette industrie à Peccais. A Berre, on continua à traiter les eaux mères, pour utiliser les installations faites, mais on renonça à la *méthode des eaux à* 35 *degrés*, et on se contenta d'obtenir, par la méthode primitive, dite *des sels d'été*, des sels bruts de potasse, qui purent trouver dans leur application à l'agriculture un emploi encore rémunérateur.

Au salin de Giraud, M. Henry Merle n'abandonna pas la partie. Le traitement *des eaux à* 28° était rendu impossible par l'abaissement des prix du chlorure de potassium.

La *méthode salinière des eaux à* 35° avait le double inconvénient de restreindre la production, et de la rendre irrégulière et incertaine en la faisant dépendre des conditions atmosphériques. On fusionna les deux méthodes. On conserva de la *méthode salinière des eaux à* 35° ce qu'il y avait d'économique, et on la rendit *industrielle* et sûre en y appliquant les procédés et les appareils dont on avait fait usage dans la *méthode à* 28°. De plus, on s'affranchit en partie des causes de restriction dans la production en rendant le sol imperméable, soit par des bétonnages, soit par des piétinages. On arriva ainsi à organiser un système de fabrication qui, malgré la concurrence des produits prussiens, a pu s'établir sur une assez grande échelle, et fonctionne aujourd'hui dans des conditions relativement fructueuses.

Voici, en résumé, comment on procède, au salin de Giraud, pour extraire la potasse des eaux mères. Les eaux ne restent sur le sol naturel que jusqu'à 27 degrés de l'aréomètre. A partir de ce degré elles passent d'abord sur des tables salantes, dont on a fait piétiner le fond par des pieds de chevaux, puis sur des tables bétonnées. Il y a 50 hectares de tables piétinées et 15 hectares de tables bétonnées. De 32,5 à 35 degrés, on obtient du *sel mixte*, qui est récolté; puis les eaux à 35 degrés sont enfermées dans plusieurs grands réservoirs bétonnés, ayant chacun 25,000 mètres cubes de capacité. Il y a donc jusque-là identité complète avec la *méthode salinière à* 35 *degrés*. La différence réside dans le traitement qu'on fait subir soit aux sels mixtes récoltés, soit aux eaux à 35 degrés emmagasinées.

Les sels mixtes sont dissous et la dissolution est soumise à l'action du froid artificiel, obtenu par les machines Carré. Il suffit d'abaisser la température à — 5°, pour que la précipitation du sulfate de soude soit à peu près complète. Deux machines Carré, pouvant produire chacune en froid l'équivalent de 500 kilogrammes de glace par heure, suffisent pour obtenir, chaque 24 heures, 25 à 30 tonnes de sulfate de soude hydraté.

La marche de l'appareil est continue. Les eaux entrent d'un côté telles qu'elles proviennent de la dissolution des sels mixtes, sont frappées au contact des tuyaux de la machine Carré, autour desquels elles circulent méthodiquement, sortent à l'extrémité de l'appareil, dépouillées de sulfate de soude, et sont enfin rejetées au dehors, après avoir échangé leur température avec les nouvelles eaux qui entrent dans l'appareil.

Le sulfate de soude précipité par le froid, est enlevé par une drague, au fur et à mesure de sa précipitation, et versé dans de grands cuviers en tôle, de 5 mètres de hauteur, où, par un simple *terrage*, c'est-à-dire un lavage par une faible quantité d'eau, qu'on y fait tomber goutte à goutte, il acquiert un grand degré de pureté. Tout se fait mécaniquement dans ces opérations, et il n'y a presque point de main-d'œuvre.

Les eaux à 35 degrés qui ont été emmagasinées à la fin de la campagne dans les grands réservoirs bétonnés, y restent jusqu'à ce que, sous l'influence des premiers froids, elles se soient dépouillées d'une partie du sulfate de magnésie qu'elles contiennent. Le traitement ultérieur qu'elles doivent subir, n'exige pas que ce dépouillement soit poussé aussi loin que dans la méthode *salinière*. Il n'est donc pas nécessaire de les retirer des réservoirs et de les y réintégrer après exposition sur des tables, comme cela avait lieu, et on évite ainsi la principale cause de déperdition de potasse qui était inhérente à cette méthode.

Quand les eaux sont suffisamment appauvries en sulfate de magnésie, et jugées propres au traitement, on les extrait des réservoirs, et on les amène dans des appareils d'ébullition, où elles sont concentrées jusqu'au moment où la liqueur bouillante marque 36 degrés à l'aréomètre de Baumé.

Cette concentration s'opérait d'abord dans des chaudières plates, analogues aux chaudières qui servent à la concentration des eaux des sources salées, mais on fut contraint d'y renoncer, à cause des dépôts qui incrustaient ces chaudières. De plus, la dépense en combustible était considérable. Aujourd'hui on fractionne l'opération. Une première évaporation, celle qui précède la formation des dépôts, se fait dans le four dit *four Porion*, système de chauffage dans lequel le combustible est parfaitement utilisé. De là les eaux se rendent dans les *évaporateurs*. Ce sont de grandes bâches en tôle, rectangulaires, dont le fond est de forme parabolique, et où sont suspendus des serpentins chauffés à la vapeur.

Ces évaporateurs sont construits de façon à ce que les dépôts qui se forment pendant l'ébullition, qui est très vive, tombent au fond de la bâche, où ils sont saisis par une hélice et poussés jusqu'à l'extrémité de l'évaporateur. Là une drague les prend et les rejette au dehors. Il se fait bien aussi des dépôts sur les serpentins suspendus au milieu du liquide; mais chacun des serpentins (il y en a cinq par évaporateur) peut être enlevé toutes les six heures, et plongé dans un bain d'eau douce, qui les débarrasse de leurs dépôts. Le chauffage à la vapeur ainsi pratiqué a permis de surmonter complétement les obstacles qui avaient longtemps entravé l'opération.

La figure 381 représente l'*évaporateur des eaux mères* employé au salin de Giraud. A, est la bâche ou caisse de métal renfermant les eaux à évaporer; B, B, les cinq serpentins qui amènent, au moyen du tuyau E, la vapeur du générateur pour chauffer le liquide. Ces serpentins se démontent pour les débarrasser des dépôts salins qui se font à leur surface. CC, est l'hélice, placée a la partie inférieure, et qui, par son mouvement de rotation, amène les dépôts salins formés par l'ébullition à la grue DH, d'où ils tombent dans un récipient, F.

Les eaux qui sortent des évaporateurs et qui marquent 36 degrés de l'aréomètre (pendant l'ébullition), se rendent aux cristallisoirs, pour y déposer le chlorure double de potassium et de magnésium. Elles circulent méthodiquement autour de serpentins qui sont parcourus par un courant d'eau froide. Un système d'hélice et de drague analogue à celui des évaporateurs, permet de conduire au dehors de l'atelier le chlorure double de potassium et de magnésium, au fur et à mesure de sa précipitation dans les cristallisoirs, et de le déposer dans de grands cuviers en tôle de 5 mètres de hauteur, semblables à ceux qui servent à recueillir le sulfate de soude.

Quant à l'eau mère dernière, qui est composée de chlorure de magnésium à peu près pur, elle est rejetée. Depuis quelque temps cependant, l'emploi de la magnésie en agriculture et la valeur de jour en jour plus considérable de l'acide chlorhydrique, ont permis de tirer parti de ce chlorure de magnésium, en procédant comme nous l'avons dit en parlant de la *méthode salinière des eaux à 35 degrés.*

Toutes les opérations que nous venons de décrire se font mécaniquement et d'une manière continue, et comme pour le sulfate de soude, on a soin de disposer les appareils de façon à ce qu'il puisse y avoir échange de température entre les liquides.

Le chlorure double de potassium et de magnésium est extrait des grands cuviers, et traité par de l'eau froide, qui dissout seulement le chlorure de magnésium et ne touche pas au chlorure de potassium qui est beaucoup moins soluble dans l'eau. Le chlorure de potassium, mis en liberté, est lavé et séché à l'*essoreuse*, et n'a pas besoin d'être raffiné davantage pour être employé. Il renferme en effet 15 0/0 au plus de chlorure de sodium et presque point de sulfate.

Le chlorure de potassium ainsi obtenu est en partie livré au commerce et en partie converti, sur place, en azotate de potasse;

mais son principal débouché, c'est l'emploi que M. Merle en fait, dans son usine de Salindres, près d'Alais, en le transformant en chlorate de potasse.

Le dépôt salin qui a été extrait des *évaporateurs* par la drague, est composé de sel marin et de sulfate de magnésie anhydre; c'est une espèce de *sel mixte* un peu trop riche en sulfate de magnésie. On achève de le transformer en sel mixte par des additions de sel marin. On procède de même pour le sulfate de magnésie qui est retiré des grands réservoirs bétonnés. La partie qui ne peut être vendue directement (et c'est la plus considérable), est mélangée dans les proportions voulues avec du sel marin, et ces divers sels mixtes ainsi composés artificiellement, sont traités comme le sel mixte ordinaire.

Telle est la méthode pratiquée à Giraud et qu'on pourrait appeler *méthode industrielle des eaux à* 35 *degrés*, par opposition à la *méthode salinière des eaux à* 35 *degrés*, dont elle a emprunté les principes. La quotité des produits obtenus n'est pas considérable. Le salin de Giraud a l'énorme superficie de 1,000 hectares. On y produit 80,000 tonnes de sel par an, mais on en récolte seulement 30,000; le reste, n'étant pas susceptible d'être vendu, faute de débouchés, est laissé sur le sol. On est pourtant obligé de faire déposer ces 80,000 tonnes de chlorure de sodium, pour pouvoir disposer des eaux mères provenant de leur évaporation. De cette quantité d'eaux mères on retire, année moyenne, de 4,000 à 5,000 tonnes de sulfate de soude hydraté et de 1,000 à 1,200 tonnes de chlorure de potassium.

C'est une faible production si l'on considère la puissance des moyens qu'on a mis en jeu pour arriver à ce résultat. Aussi, bien que l'industrie chimique pratiquée à Giraud soit prospère, dans une certaine mesure, il est peu probable qu'elle trouve des imitateurs, et il est à craindre que l'extraction des produits des eaux mères, dans les conditions qui lui sont faites aujourd'hui par les gisements de Stassfürt, ne reste toujours une opération restreinte dans ses débouchés. Il n'en restera pas moins à M. Balard et à ceux qui ont appliqué et développé les principes posés par cet éminent chimiste, à M. Merle, à M. Levat et MM. Agard et Dony, l'honneur d'avoir doté la France d'une des plus remarquables applications de la chimie à la grande industrie.

Les opérations successives que nous venons de décrire, ne sont, en effet, autre chose que des applications sur une échelle immense de phénomènes observés dans les laboratoires de chimie. L'industrie des eaux mères des marais salants transporte au bord de la Méditerranée le laboratoire du chimiste. Seulement, au lieu d'opérer sur quelques litres d'eau ou quelques kilogrammes de substances, on met en action des masses liquides dont l'évaluation défierait tout calcul, et la matière du travail, c'est l'inépuisable réservoir de la mer.

CHAPITRE XIV

L'INDUSTRIE SAUNIÈRE EN PORTUGAL. — LES MARAIS SALANTS DE SÉTUBAL, DE LISBONNE ET D'AVEIRO. — PARTICULARITÉS SINGULIÈRES DE L'EXTRACTION DU SEL DANS LES BASSINS DU PORTUGAL. — EXPLICATION DE CE PHÉNOMÈNE DONNÉE PAR M. AIMÉ GIRARD. — DESCRIPTION DES MARAIS SALANTS DE SÉTUBAL, DE LISBONNE ET D'AVEIRO.

Après la description des salins du midi de la France, nous parlerons de ceux du Portugal. Ce pays est, en effet, le pays saunier par excellence. Ses marais salants ont une renommée séculaire. Pline parle du sel de *Cetobriga*, qui n'est autre chose que le nom latin du port actuel de *Sétubal*.

Les marais salants du Portugal produisent chaque année, près de 250,000 tonnes de sel, c'est-à-dire environ la moitié de ce que produit la France. La moyenne de production de 1846 à 1865 a été de 470,000 tonnes.

Le sel du Portugal est employé aux salai-

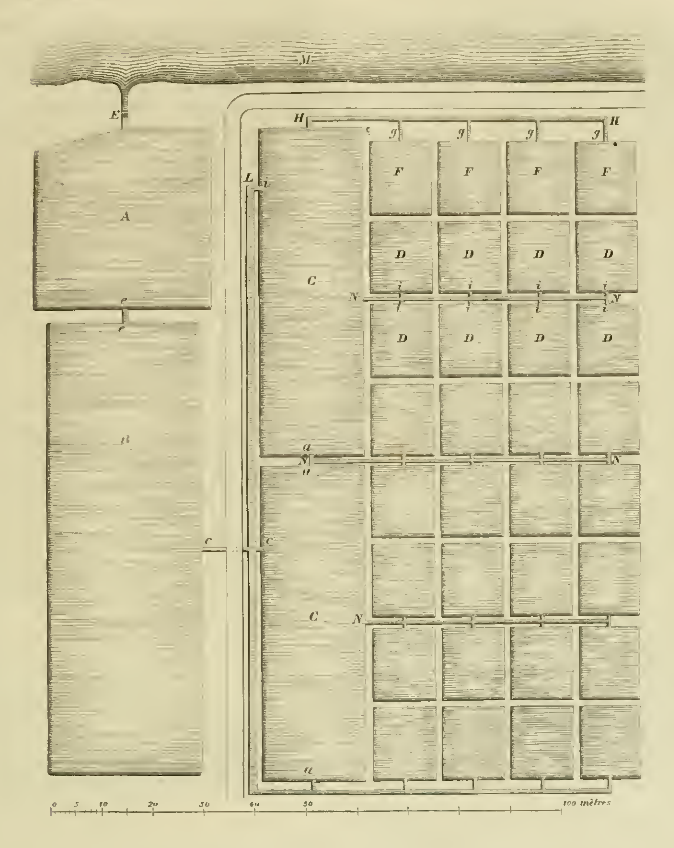


Fig. 382. — Plan d'un marais salant de Sétubal (Portugal).

M, mer; A, B, réservoirs (*viveiros*); *e*, vanne de communication des *réservoirs* aux *chauffoirs*; C, C, chauffoirs (*caldeiras*); H, canal de communication des chauffoirs aux carrés; D, F, carrés ou aires (*meios*) où le sel cristallise; *i*, vanne de communication des chauffoirs aux carrés.

sons sur les côtes du pays. Le reste est exporté à l'étranger, et vient lutter avec avantage contre nos sels de France, car les prix de 9 à 10 francs la tonne (sous vergues) que nos marais salants du Midi peuvent à peine supporter, et qui sont la ruine des pauvres paludiers de l'Ouest, sont encore très-rémunérateurs pour les sels du Portugal. La température élevée du pays, et les vents du nord-est, qui produisent une évaporation d'une promptitude extraordinaire, facilitent l'extraction du sel, et font de cette industrie une source de richesse pour le Portugal.

Les marais salants du Portugal sont réunis en trois groupes, qui sont, en les classant par ordre d'importance :

1° Le groupe de Sétubal, comprenant

380 marais environ qui s'étagent sur les bords de la rivière Sado, depuis le port de Sétubal jusqu'à celui d'Alcacer-do-Sal.

2° Le groupe de Lisbonne, comprenant 300 marais, qui s'étendent sur les deux rives de la vaste rade que forme le Tage à son embouchure, et se succèdent jusqu'à Villafranca-de-Xira au nord, et jusqu'à Alcochète au midi.

3° Le groupe d'Aveiro, dont le centre principal, comprenant 350 marais, est situé sur les bords du Vouga, et auquel il faut joindre les groupes secondaires de Figueira, à l'embouchure du Mondego, de Matozinhos, près Porto, sur les bords du Douro, et enfin de Vianna sur les bords du Rio-Lima.

Chacun de ces groupes de salins opère par un procédé qui lui est propre.

Les marais salants à Sétubal sont d'une simplicité surprenante. Ils représentent une vaste cuvette de 1 à 2 hectares, divisés en carrés de 100 à 150 mètres de superficie et de 20 centimètres de profondeur, isolés les uns des autres par des chemins de 1 mètre de large, et communiquant avec un grand réservoir, destiné à emmagasiner l'eau de mer. Cette eau arrive directement dans les carrés, s'y évapore, et y dépose le sel, sans autre concentration, et sans purification. En automne, on recouvre le marais en entier de 50 à 60 centimètres d'eau. Au printemps, cette eau s'évapore, et au mois de juin, les chaussées se découvrent. Les carrés sont alors nettoyés, puis abandonnés à eux-mêmes, et de temps à autre rafraîchis à l'aide de nouvelles eaux.

Sous l'influence des vents du nord-est qui règnent à cette époque, l'évaporation est très-rapide, et, après une vingtaine de jours, on trouve sous chaque carré, une couche de 4 à 5 centimètres *presque sèche*. C'est la première récolte. On lève ce sel, on fait arriver de l'eau dans les réservoirs, et vingt jours après, on procède à une deuxième récolte, qui donne une couche de sel de 2 à 3 centimètres de hauteur. Mais pour celle-ci on ne laisse pas évaporer jusqu'à siccité, et le sel est recouvert de 2 centimètres d'eau mère. On lève le sel en laissant les eaux mères. Si la saison est favorable, on tente une troisième récolte, et, en septembre, on inonde le marais.

Les choses se renouvellent ainsi chaque année, et comme les eaux mères restent toujours sur le marais, on devrait penser que l'accumulation des sels magnésiens doit rendre la saunaison impraticable. Il n'en est rien pourtant.

La première idée qui se présente à l'esprit, pour expliquer cette anomalie, c'est que la première récolte est très-chargée en sels magnésiens. Néanmoins l'analyse montre qu'il n'en est pas ainsi, et que ce sont les sels de la seconde récolte qui sont les plus chargés de magnésie :

Voici l'analyse, faite par M. Aimé Girard, des sels provenant de l'évaporation des eaux de la mer près de Sétubal.

	I		II	
	1re récol.	2e récol.	1re récol.	2e récol.
Matières insolubles.....	0,015	0,030	0,012	0,047
Sulfate de chaux.......	1,087	2,081	1,117	1,298
Sulfate de magnésie....	0,268	1,881	0,477	1,789
Chlorure de magnésium.	0,097	1,824	0,434	2,000
Chlorure de sodium....	98,533	94,184	97,960	94,866
	100,000	100,000	100,000	100,000

La disparition des sels magnésiens paraît résulter d'un phénomène particulier dont le sol du marais serait la cause déterminante. Sur le fond du marais de Sétubal se développe un feutre compacte, dû à la végétation d'une conferve marine, et qui, au dire des sauniers de Portugal, est indispensable à la production des récoltes. C'est là, d'après M. Aimé Girard, l'agent de cette épuration, qui serait le résultat d'une *dialyse*, comme disent les chimistes modernes, plus active pour les sels magnésiens que pour le chlorure de sodium, et se produisant surtout dans le courant de l'hiver.

M. Aimé Girard a vérifié cette supposition en soumettant à la *dialyse*, c'est-à-dire à la filtration au moyen d'une membrane animale, une solution de chlorure de sodium et de chlorure de magnésium. Le *dialyseur* reposait sur une couche de sable mouillé par la même solution. M. Aimé Girard a constaté que la proportion de chlorure de magnésium augmentait dans le sable et diminuait dans le dialyseur. C'est donc aux propriétés physiques du sol de Sétubal qu'il faut attribuer la faculté d'absorber les sels de magnésie. Nous reviendrons tout à l'heure sur ce curieux phénomène.

Le procédé suivi, sur les marais de Lisbonne, est une sorte de compromis entre le procédé de nos salines de la Méditerranée et le procédé de Sétubal.

A Aveiro, le procédé est le même que dans nos salines de l'Ouest.

Après ces considérations générales nous allons décrire successivement l'extraction du sel dans les marais salants de Sétubal, de Lisbonne et d'Aveiro. Nous prendrons pour guide dans cet exposé un mémoire publié en 1872, dans les *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, par M. Aimé Girard, professeur de chimie industrielle au Conservatoire des arts et métiers de Paris. Appelé en Portugal, en 1865, à l'occasion d'une exposition internationale, M. Aimé Girard profita de cette mission pour étudier l'industrie saunière du Portugal, et il a consigné les résultats de ses observations dans un mémoire qui va nous permettre de donner une idée exacte des procédés suivis dans les trois groupes sauniers énumérés plus haut.

Marais salants de Sétubal. — C'est sur les bords de la baie du Sado, entre le port de Sétubal et celui d'Alcacer-do-Sal, que se trouvent les marais, au nombre de 380 environ, qui produisent le sel connu sous le nom de sel de Sétubal, et par corruption de *Saint-Ubes*.

Rien de plus simple, ainsi que nous le disions plus haut, que les marais de Sétubal. Les immenses bassins que l'on voit dans l'ouest et dans le midi de la France, sont ici remplacés par un espace très-restreint, dans lequel l'eau séjourne, presque sans éprouver de mouvement, et qui fournit dans une seule année, deux et même trois récoltes de sel pur. Tout se réduit à un réservoir (*viveiro*) de dimensions quelconques, et à une série d'espaces rectangulaires, sur lesquels a lieu directement la cristallisation, qui correspondent à nos *aires*, *œillets* ou *tables salantes*, et qu'on désigne sous le nom de *meïos*.

La profondeur du réservoir est de $0^m,60$ à $0^m,80$. Son étendue est variable, mais proportionnée à l'étendue du salin qu'il doit alimenter. La forme en est indifférente, et dépend uniquement du terrain dont le saunier dispose.

Ce réservoir communique, à l'aide d'une vanne, avec le ruisseau ou le chenal, qui doit, à marée haute, y ramener l'eau de la mer; il communique de la même manière avec le terrain sur lequel doit s'opérer la cristallisation et qui constitue le salin proprement dit.

Quand on veut établir un marais salant, on creuse le sol de la plage à 50 ou 60 centimètres de profondeur, et on se sert des déblais pour élever autour du marais, un mur. On obtient ainsi une sorte de cuvette, que l'on cloisonne ensuite au moyen de chaussées élevées de 20 centimètres au-dessus du fond, et se croisant à angle droit. Pendant un an on laisse le sol se dessécher et s'affermir, puis on introduit l'eau de mer dans le marais, et on l'abandonne à lui-même. Deux ou trois ans s'écoulent ainsi sans que l'on puisse songer à aucune récolte; quelquefois même, il faut attendre plus longtemps encore. Pendant ce temps le sol s'imbibe peu à peu, en même temps que

sur le fond des carrés se développe une végétation qui bientôt le recouvre d'un tapis continu, élastique en même temps que d'une remarquable ténacité. C'est ce que les sauniers de la Méditerranée appellent le feutre, et ceux du Portugal le *cozimento.*

Les sauniers de Sétubal attachent à la présence de ce feutre une importance capitale. Suivant eux, sans le feutre, aucune récolte n'est possible, et les marais ne commencent à produire que quand son développement est complet. M. Aimé Girard a prouvé, ainsi qu'on l'a vu plus haut, que cette opinion est pleinement justifiée par les faits, et que le feutre des salins de Sétubal joue dans la production du sel un rôle d'une efficacité singulière.

Quoi qu'il en soit, le marais en exploitation est disposé comme l'indique la figure 382.

A, B, sont les réservoirs (*viveïros*) dont la forme et les dimensions sont indifférentes. La seule condition à laquelle il faut veiller avec soin, c'est que ces réservoirs soient placés à un niveau tel qu'ils puissent être remplis à la marée haute par les eaux de la mer, et qu'à la marée basse ils puissent déverser dans celle-ci, sinon la totalité, du moins la partie la plus importante de l'eau qu'ils contiennent.

Une vanne, *e*, établit la communication du réservoir avec le salin. Celui-ci est divisé en un nombre quelconque d'aires rectangulaires, F, F, D, D, qui ont toutes la même forme, la même dimension, qui jouent exactement le même rôle et ne communiquent pas entre elles. Chacune de ces aires ou carrés (*meïos*) mesure de 100 à 150 mètres de superficie. Leurs dimensions sont, en général, de 10 à 12 mètres sur 12 à 14 ; leur profondeur varie de 15 à 20 centimètres. Des chemins (*marachão* ou *barachio*) mesurant de $1^{m},20$ à $1^{m},50$ les séparent les uns des autres, et au milieu de ces chemins s'allongent des rigoles (*corredoures*) qui, par de petites vannes (*comportas* [*g, g*]), conduisent dans les carrés, lorsque le saunier le juge convenable, l'eau qui doit nourrir la récolte.

Chaque rigole alimente généralement deux séries longitudinales de carrés, et le nombre de ces carrés varie avec l'importance du salin (*marinha*) ; il doit, naturellement, être proportionné à l'étendue du réservoir. Il y a ordinairement six à huit de ces carrés.

En tête de chaque quadruple série de carrés est disposée une pièce préparatoire unique, de dimensions très-restreintes, par rapport à l'étendue du salin. Cette pièce, C,C, désignée sous le nom de *caldeira,* ou *chauffoir*, mesure 20 mètres sur 64 mètres. Sa surface représente à peine le cinquième de l'étendue des surfaces évaporatoires auxquelles elle correspond. C'est par l'intermédiaire des *caldeiras* que le réservoir communique avec les carrés par un canal ; mais son rôle est peu important, et bien différent de celui que joue la longue série des pièces préparatoires qui se succèdent sur nos marais du Midi et de l'Ouest.

La saison commence au mois de mai. A cette époque le marais est recouvert entièrement d'eau, provenant de l'inondation que l'on y a pratiquée en y introduisant l'eau de la mer à la fin de la campagne précédente, c'est-à-dire en septembre. C'est cette eau ancienne qui produit la première récolte de l'année.

Nous laisserons parler ici M. Aimé Girard :

« Sous l'action des vents chauds et secs du nord-est, l'évaporation de ces eaux, dit M. Aimé Girard, marche rapidement. Quarante jours environ suffisent ordinairement pour les abaisser au niveau des chaussées et pour découvrir celles-ci. Les carrés se trouvent alors indépendants, et l'eau n'y peut plus arriver que par les rigoles venant du chauffoir et du réservoir.

« A ce moment, l'eau marque déjà un degré élevé ; les matières insolubles se sont précipitées en même temps qu'une partie du sulfate de chaux. Quelquefois même, au moment où les chaussées se découvrent, le sel a commencé de s'y déposer. C'est alors que le saunier procède au nettoyage du sa-

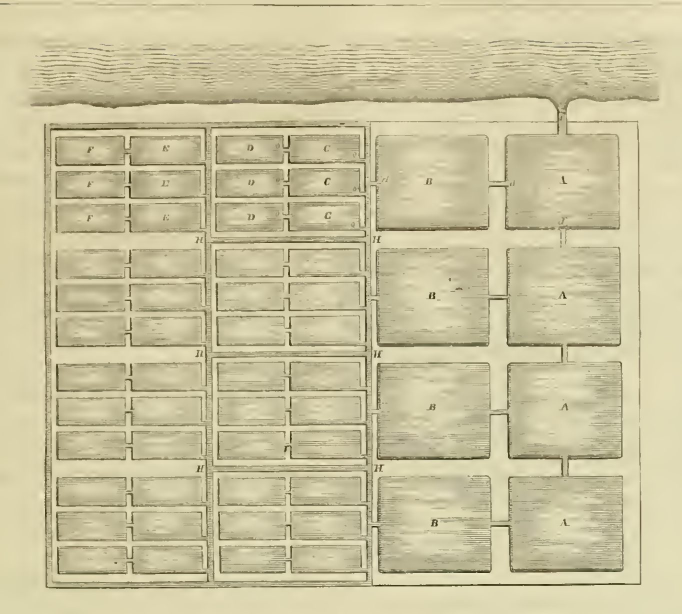


Fig. 383. — Plan d'un marais salant d'Aveiro (Portugal).

lin (*limper a marinha*). Dans chaque carré, dans la crainte de blesser le feutre qui forme le fond, il pose une planche ou deux, sur lesquelles il s'appuie, puis, à l'aide d'un râble en chêne, il ramasse doucement et ramène vers un des coins du carré les herbes, la boue et les cristaux de sulfate de chaux qui ont pu se déposer sur le sol. En même temps il procède aux réparations que l'hiver a rendues nécessaires; il redresse les murs, aplanit les chaussées, etc.

« Le nettoyage terminé, la concentration continue dans chaque carré; si la saison est belle, si l'on peut espérer une saunaison abondante, on augmente peu à peu le volume primitif, en envoyant à chaque carré de l'eau du chauffoir (*caldeira*) que l'on remplace à son tour par un nouvel envoi du réservoir (*viveiro*). Dans ces conditions, vingt jours suffisent, en général, pour que la saunaison commence, et quinze ou vingt jours plus tard, elle peut être considérée comme complète; *la récolte est mûre*.

« La récolte ne se fait, bien entendu, que sur les carrés. Le chauffoir reste toujours rempli d'eau partiellement concentrée; on n'y voit pas de sel déposé, mais seulement de très-beaux cristaux de sulfate de chaux.

« L'aspect de cette première récolte de sel, lorsqu'elle repose encore sur le carré, est extrêmement curieux. En effet, tandis que, dans les salins du Midi, on trouve sur le fond des aires, au moment de la récolte, une couche de sel épaisse, mais recouverte d'une couche d'eau épaisse également, les carrés de Sétubal, au moment de la première récolte, se montrent recouverts d'une masse cristallisée blanche qu'aucune couche liquide ne recouvre, mais que mouille seulement une petite quantité d'eau mère. *L'évaporation a été conduite jusqu'à siccité*.

« Le levage de cette couche de sel, qui, dans les bonnes années, atteint 4 centimètres d'épaisseur, exige de grandes précautions. Pour l'accomplir, on se sert, non pas de pelles plates comme dans le midi de la France, mais de râbles en bois. Cette opération se fait généralement le soir, à cause de la haute température du carré, température que les ouvriers, forcés de marcher sur le fond de ce carré, ne pourraient supporter. Le sel, après qu'on l'a laissé quelque temps égoutter sur le carré lui-même, est mis en tas comme de coutume.

« La première récolte (*primeira camada*) achevée, il reste, dans chaque carré, une petite quantité d'eaux mères. Sans évacuer ces eaux, on renvoie immédiatement dans chaque carré 15 centimètres d'eau que l'on prend au chauffoir, puis, à cause de l'insuffisance de celui-ci, au réservoir.

« L'évaporation de ces eaux conduit rapidement,

en vingt jours environ, à la deuxième récolte; pour celle-ci, le saunier ne prend pas le soin de nettoyer le salin comme il l'a fait pour la première récolte. Ce soin, du reste, n'est pas indispensable, car, dans le réservoir lui-même, l'eau s'est, pendant les mois précédents, concentrée et débarrassée de la plus grande partie des matières insolubles. La deuxième récolte (*secunda camada*) ne s'effectue pas dans la même condition que la première, elle a lieu sous l'eau. Si les circonstances ont été favorables, la couche de sel mesure 2 centimètres et se trouve recouverte d'une couche d'eau de hauteur à peu près égale. Les cristaux qui n'ont pas eu le temps de se nourrir sont plus petits que ceux de la première récolte. Tous ces faits sont importants à noter pour l'explication de la valeur relative des produits obtenus.

« Enfin, la deuxième récolte terminée, on tente d'en obtenir une troisième, en opérant exactement de la même manière. Cette troisième récolte, que l'on nomme *raza*, ne réussit pas toujours; elle conduit la saison jusqu'à fin septembre, et quelquefois les pluies de l'automne viennent contrarier les opérations. La couche de sel que fournit cette troisième récolte ne dépasse jamais un centimètre d'épaisseur; on la recueille sous l'eau, comme la seconde, à l'aide d'un râble en bois.

« La saunaison étant terminée, le marais est immédiatement inondé d'eau de mer, de manière à le recouvrir d'une couche d'eau de 60 centimètres. Cette opération n'est pas, comme il semblerait naturel de le supposer, précédée de l'évacuation des eaux mères laissées sur les carrés par les trois récoltes qu'on vient d'obtenir, et surtout par les deux dernières.

« Le même fait se renouvelle d'ailleurs, chaque année; les eaux mères sont toujours laissées sur le marais, et les sels magnésiens, ainsi abandonnés sur le salin, semblent devoir rendre bientôt toute saunaison impraticable par leur accumulation. Il n'en est rien cependant, et chaque année, malgré cette coutume singulière, les marais de Sétubal fournissent de nouvelles récoltes dont l'abondance ne dépend que des conditions atmosphériques de la saison (1). »

Les sels de la première et ceux de la seconde récolte de sel de Sétubal ne sont pas identiques. Ceux de la première récolte sont d'une grande pureté; ceux de la deuxième et de la troisième récolte sont, au contraire, chargés de chlorure de magnésium. Le sel de la première récolte est vendu pour les salaisons à l'étranger, à l'Angleterre, à la Russie, au Brésil, etc. Celui de la deuxième récolte est acheté par les pêcheurs de Terre-Neuve, pour la salaison des morues.

Marais salants de Lisbonne. — Les marais salants de Lisbonne, au nombre de 300 environ, s'étendent sur les deux rives de la vaste baie qui forme l'embouchure du Tage, de Lisbonne à Villafranca.

Ces marais salants n'ont pas la disposition simple de ceux de Sétubal. Ils ressemblent à ceux du midi de la France. L'eau salée, prise à un vaste réservoir, circule, en nappe peu épaisse, sur une série de pièces préparatoires, où sa marche est calculée de telle sorte qu'après s'être débarrassée, chemin faisant, des matières insolubles et du sulfate de chaux, elle arrive aux cristallisoirs au moment précis où va commencer le dépôt du sel dont elle est alors surchargée.

Le procédé suivi pour l'exploitation de ces marais n'est cependant pas aussi net que celui dont font usage les sauniers du midi de la France. C'est, comme nous l'avons dit, une sorte de compromis entre ce dernier procédé et celui des sauniers de Sétubal. Comme dans les marais français, l'eau, avant d'arriver aux cristallisoirs, est concentrée avec soin, et la récolte a lieu lorsque la table est chargée d'une couche épaisse de sel; mais, comme dans ceux de Sétubal, une deuxième, quelquefois même une troisième récolte, succèdent à la première, et les eaux mères ne sont pas rejetées hors du salin.

Les marais de Lisbonne sont garnis, comme ceux de Sétubal, d'un feutre (*cozimento*); mais cette végétation ne paraît pas avoir dans les salins de Lisbonne la même importance que dans ceux de Sétubal. Ce revêtement végétal n'existe pas, d'ailleurs, sur toutes les pièces, et se trouve localisé dans les cristallisoirs et les pièces qui les avoisinent. En effet, soit que le sol des salins de Lisbonne soit moins perméable que celui des salins de Sétubal, soit

(1) *Mémoire sur les marais salants du Portugal* (*Annales du Conservatoire*, 1872).

que les eaux n'arrivent à son contact, sur la table salante, que quand elles sont déjà concentrées et épaisses, l'épuration de l'eau et la séparation des sels magnésiens ne s'opèrent plus aussi nettement qu'à Sétubal.

Le marais se compose d'abord d'un réservoir (*viveiro*) de forme quelconque, qui communique avec le Tage par une vanne, et qui est placé à un niveau tel qu'il puisse être rempli à la marée haute, et laisser écouler à la marée basse la plus grande partie de l'eau qui s'y trouve contenue. Ce réservoir doit être de grandes dimensions, il faut qu'il contienne assez d'eau pour alimenter aisément le marais pendant quinze jours et même un mois. C'est, en effet, aux grandes marées seulement que l'on remplit ce réservoir; sa profondeur est, comme à Sétubal, de 60 centimètres environ.

Entre le réservoir et les tables s'étend la série des pièces préparatoires, dont le nombre et l'étendue sont à peu près indifférents.

On compte, en général, entre le réservoir et les tables salantes (*talhos*) quatre pièces principales. Celles-ci communiquent entre elles à l'aide de petites vannes, et la profondeur de chacune d'elles est d'une palme ($0^m,22$) environ. La première de ces pièces est la *reserva* de grandes dimensions, où l'eau, en même temps qu'elle se concentre, laisse déposer à l'état de boue les matières insolubles, carbonates de chaux, etc., dont elle était chargée. Viennent ensuite les *caldeirões* ou chauffoirs. On en compte, en général, deux, quelquefois trois, à la suite les uns des autres, et tous de même dimension. Puis vient, en dernier lieu, le chauffoir principal, auquel on donne le nom de *caldeira de mourar* (par corruption de *mirar*, regarder). C'est le chauffoir où l'on examine l'état de l'eau, avant de l'envoyer sur les tables.

Celles-ci ont des dimensions fixes; elles mesurent, en général, 22 mètres sur $6^m,60$. Toutes ces pièces sont séparées les unes des autres par des chemins ou chaussées de 1 mètre à $1^m,50$.

M. Aimé Girard décrit en ces termes la fabrication du sel sur les marais de Lisbonne :

« Vers la fin du mois de septembre, lorsque la dernière récolte de sel est enlevée, le saunier (*marouteiro*), sans renvoyer au fleuve les eaux mères que les récoltes successives ont fournies, recouvre le salin en utilisant les eaux déjà concentrées dans les chauffoirs, puis inonde le reste des marais à l'aide d'une prise d'eau générale faite, un jour de grande marée, par l'intermédiaire du *viveiro*.

« Le marais passe l'hiver en cet état; vers la fin de mai, ou au commencement de juin, le travail du saunier commence. Son premier soin est de procéder au nettoyage du salin; cette opération est de la plus grande importance. A l'aide de moulins à bras, il rejette dans les chauffoirs les plus rapprochés des tables l'eau qui recouvre celles-ci; puis, à l'aide de râbles en bois, il débarrasse le fond, dont il évite soigneusement de blesser le feutre, des boues qui s'y sont déposées pendant l'hiver. Lorsque les tables sont propres, le saunier procède au nettoyage des autres pièces, en rejetant successivement l'eau d'une pièce dans la pièce suivante, et évacuant enfin l'eau des *reservas* dans le *viveiro*. Ces eaux doivent toutes être conservées soigneusement; pendant l'hiver, en effet, elles ont subi une évaporation notable, et marquent déjà un degré élevé.

« Quand le salin est entièrement approprié, on remet sur les tables l'eau des derniers chauffoirs (*caldeira de mourar*), en en faisant entrer d'un seul coup une hauteur de 12 à 15 centimètres.

« Cette eau, par l'évaporation de l'hiver, a acquis une grande concentration; aussi, peu de jours après son introduction sur les tables, commence-t-on à voir le fond se garnir de sel. C'est vers la fin de juin, en général, que se produit cette saunaison. A partir de ce moment, la formation du sel ne s'arrête plus; tous les deux ou trois jours, suivant la température et l'intensité du vent, on ouvre les vannes, et on donne de l'eau aux tables. En même temps, bien entendu, on remplace de la même manière l'eau qui s'est évaporée à la surface des chauffoirs, et, pour cela, on fait circuler l'eau d'une pièce à l'autre; quant à la *reserva*, elle est alimentée par le *viveiro*. C'est de l'examen attentif du chauffoir, qui précède immédiatement les tables, que dépend le succès de la saunaison; dans cette pièce se déposent les dernières portions de sulfate de chaux, là aussi commence le dépôt du sel. La détermination du point où ce dépôt devient assez abondant pour qu'il convienne d'envoyer l'eau sur la table est bien ra-

rement faite avec exactitude; l'emploi de l'aréomètre est peu répandu sur ces marais.

« L'alimentation des tables est continuée régulièrement pendant 30 jours environ. Vers le 10 août, la couche de sel, si la saison a été bonne, mesure 10 centimètres environ, et l'on procède à la première récolte; celle-ci a lieu sous l'eau. L'opération, qui se fait à l'aide d'un râble en bois, doit être conduite avec beaucoup de soin; l'ouvrier doit éviter de blesser le feutre qui forme le fond. Le sel, après s'être égoutté quelques heures sur les chemins du marais, est transporté et mis en meules sur les grandes chaussées qui l'entourent.

« L'eau mère de la récolte est laissée sur les tab les à cette eau mère on ajoute immédiatement de nouvelles eaux venant des chauffoirs, et l'on continue l'alimentation à l'aide d'eaux concentrées, comme pour la récolte précédente, jusqu'aux premiers jours de septembre. Pendant ces vingt jours une nouvelle couche de sel s'est déposée, moins épaisse que la précédente, et formée de cristaux plus petits. Cette deuxième récolte est enlevée des salins de la même façon que la première; l'eau mère qui en provient reste comme la précédente sur les tables, et l'on tente, en suivant exactement la même marche, d'obtenir une troisième et dernière récolte. Celle-ci n'est jamais abondante : à peine représente-t-elle, dans les meilleures circonstances, le sixième de la récolte première; souvent, elle échoue complétement.

« Lorsque la dernière récolte est enlevée, le salin est, par l'intermédiaire du chauffoir, recouvert d'eau nouvelle qui vient s'ajouter aux eaux mères dont chaque table reste chargée à la suite de cette récolte. Le marais, en cet état, attend la saison suivante (1). »

Les sels de Lisbonne sont moins purs à la deuxième récolte qu'à la première. C'est le même cas que pour les sels de Sétubal.

Marais salants d'Aveiro. — La baie d'Aveiro est formée de deux branches de l'Océan, dont l'une remonte vers le nord, en passant devant la petite ville d'Augeia, et dont l'autre redescend vers le sud, en passant devant Vagos. Les marais dits *d'Aveiro* sont situés sur le bord de petites rivières qui débouchent dans cette baie. Leur nombre est considérable.

Au sud d'Aveiro est un autre petit port, Figueira, où l'industrie salicicole est également exploitée. Toute cette région est, en un mot, le théâtre d'une exploitation fort étendue.

Les marais d'Aveiro ressemblent beaucoup à ceux de l'ouest de la France; et chose remarquable, malgré la promptitude de l'évaporation sous le climat brûlant du Portugal, on y récolte le sel *tous les deux jours*, comme dans un marais salant de l'Ouest. Jamais on n'évapore les eaux à siccité, comme on le fait dans les marais de Sétubal.

Le marais se compose d'abord d'un réservoir, dans lequel on emmagasine l'eau de la mer, aux grandes marées. Vient ensuite une série de bassins, où l'eau, sous une faible épaisseur, se dépouille successivement des matières insolubles, et du sulfate de chaux, pour arriver ensuite, au moment où elle va déposer du sel, dans un cristallisoir (*œillet* de l'Ouest). Le saunier y récolte, tous les deux jours, le produit formé, sans permettre, comme à Sétubal ou à Lisbonne, que la couche de sel se solidifie et prenne de l'épaisseur.

Ce procédé est, à peu près, comme on le voit, celui des sauniers de la Bretagne et de la Vendée.

Nous emprunterons à M. Aimé Girard la description des marais salants d'Aveiro et de la récolte du sel.

« Dans les marais d'Aveiro, dit M. Aimé Girard, le réservoir est, en général, de grande dimension; on en voit qui mesurent jusqu'à 10 hectares. Sa profondeur est de 50 centimètres environ; une vanne permet de le faire communiquer avec la rivière et par conséquent avec la mer. Une autre vanne établit la communication entre le réservoir et la première des pièces préparatoires. Celle-ci, que l'on désigne sous le nom d'*algibe* (citerne), forme une vaste cuvette rectangulaire dont la largeur est égale à celle du salin, dont la longueur est de 25 mètres environ, et dont la profondeur ne dépasse pas $0^m,22$. C'est dans l'*algibe* que commencent à se déposer les matières insolubles. A la suite de l'*algibe* s'allongent, sur les salins, des files parallèles formées chacune de pièces identiques, à travers lesquelles l'eau circule

(1) *Mémoire sur les salines du Portugal* (*Annales du Conservatoire des arts et métiers*, page 279 et suiv., février 1872).

en se concentrant pour venir enfin aboutir aux cristallisoirs.

« Chacune de ces files parallèles, dont le nombre est indifférent et déterminé seulement par la largeur du salin, comprend quatre pièces mesurant environ 20 mètres de longueur sur 12 mètres de largeur et communiquant entre elles au moyen de petites vannes s'ouvrant sur des rigoles qui traversent les chaussées. Ces pièces successives portent le nom de *caldeiros, sobre cabeceiros, talhos*, A, et *cabeceiros*, B; ces dernières, qui aboutissent immédiatement aux cristallisoirs, sont les plus importantes.

« La série des quatre pièces qui se succèdent ainsi sur le salin est destinée à remplir les mêmes fonctions que les fares et les adernes dans nos marais de l'Ouest; mais tandis que, sur ces marais, le paludier se voit forcé, pour utiliser les pentes naturelles du terrain, de faire tourner les fares et les adernes autour de la saline de manière à constituer à celle-ci une ceinture de pièces évaporatoires, le saunier portugais, favorisé par l'inclinaison du sol, peut disposer ces pièces en enfilade et obtenir, par conséquent, un mouvement d'eau plus régulier, plus simple et d'une surveillance plus facile.

« A la suite de chacune de ces files de pièces évaporatoires, s'étend un double groupe de surfaces salantes; ces groupes sont, d'ailleurs, isolés l'un de l'autre; chacun d'eux est l'objet d'une alimentation spéciale et constitue un jeu indépendant.

« Chaque groupe est composé de six surfaces salantes de même dimension, recevant l'eau au même degré, remplissant au point de vue de la saunaison le même rôle, et disposées trois par trois, en deux rangées parallèles et transversales. On les désigne habituellement sous le nom de *meïos*.

« De six œillets ou meïos que comprend chaque groupe, trois, C, C, C ou bien E, E, E, que l'on désigne sous le nom de *meïos de cima* (d'en haut), servent au dépôt des dernières portions de sulfate de chaux; les trois autres, D, D, D, ou bien F, F, F, désignés sous le nom de *meïos de baixo* (d'en bas), sont destinés à recevoir le sel, au fur et à mesure de sa cristallisation. A l'extrémité de chaque file se retrouvent ces deux groupes d'œillets (1) disposés côte à côte, formant ainsi quatre rangées transversales semblables. Pour distinguer ces groupes l'un de l'autre, on désigne sous le nom de *primeira andaina* (1er étage) la série formée par les groupes E, F placés à l'extrémité du salin; l'autre série formée par les groupes C, D rapprochés des *cabeceiros* est la *secunda andaina* (2e étage). Chaque *meïo* mesure habituellement 12 mètres sur $4^{m},50$; des chaussées de dimensions convenables les séparent, bien entendu, les uns des autres ainsi que des autres pièces du salin.

« J'ai indiqué précédemment que la communication entre les pièces préparatoires de chaque série se faisait directement à l'aide de vannes, mais l'alimentation des meïos exige une disposition particulière.

« Entre la série des *cabeceiros* et celle des *meïos* du second étage, s'étend, à travers tout le salin et dans toute sa largeur, une rigole qui, au moyen de vannes *d*, reçoit l'eau évaporée dans les derniers chauffoirs. Sur cette rigole sont branchés de petits canaux *o, o, o* (*canejas*), qui desservent isolément chacun des *meïos de cima* du 2e étage. Quant aux *meïos de baixo*, ils tirent directement l'eau en sel des *meïos de cima* par les vannes *d*.

« L'alimentation de l'autre groupe, ou 1er étage (*primeira andaina*), a lieu par un moyen semblable. Entre les deux étages de cristallisoirs règne, sur toute la largeur du salin, une nouvelle rigole qui alimente les *meïos de cima* et par suite les *meïos de baixo* de cet étage, de la même façon que la rigole alimente ceux du second, et qui elle-même va chercher dans les *cabeceiros* l'eau concentrée dont elle a besoin, par une rigole qui se retrouve sur chacune des chaussées séparant les groupes de *meïos* correspondant à une même série de pièces.

« Lorsque, vers la fin de septembre, la récolte est terminée, le marais est entièrement recouvert d'eau prise dans le réservoir d'abord et ensuite à la mer; il passe l'hiver en cet état. Au printemps et dès le mois d'avril, le saunier (*marouteiro* ou *marnoto*) procède au nettoyage des salins. Aussitôt que le niveau du Vouga s'est suffisamment abaissé pour que l'on n'ait plus à craindre de voir l'eau douce se mêler à l'eau de la mer, on commence par évacuer, à marée basse, toutes les eaux qui recouvrent le marais. Dans la plupart des cas, les salins sont placés à un niveau tel que cette évacuation peut se faire spontanément. Immédiatement après, on profite de la première grande marée pour remplir complétement le réservoir (*viveiro*). Cette prise d'eau est ensuite renouvelée, aux grandes marées, chaque fois que l'évaporation sur le salin l'exige.

« L'écoulement de l'eau étant terminé, on procède au nettoyage des chauffoirs et des cristallisoirs; à l'aide de râteaux légers, on ramasse sur le sol les boues, les herbes marines, etc., que l'hiver a laissées déposer, et on répare en même temps avec soin les murs et les chaussées.

« Aussitôt que ce travail est achevé, les pièces préparatoires sont couvertes d'eau et l'évaporation commence; mais l'appropriation des cristallisoirs n'est pas encore complète, et, avant d'y faire déposer le sel, il faut en panser (*curar*) le fond. A Aveiro, en effet, le fond des cristallisoirs n'est pas protégé par ce feutre végétal (*casco*) qui, à Sétubal, joue un rôle si important.

« L'opération qu'il s'agit d'effectuer alors a pour but de créer aux cristallisoirs un fond artificiel, sur lequel le sel puisse être recueilli sans être souillé

(1) Lorsque le salin est faible, il ne comporte qu'un seul de ces groupes.

par la terre qui forme le fond du salin. L'artifice employé consiste à recouvrir cette terre d'une couche mince de sel adhérente au sol. Sur cette couche et pour empêcher que, plus tard, le sel ne vienne s'y souder au fur et à mesure qu'il se déposera de l'eau concentrée, on étend avec adresse, comme une sorte de vernis, une couche très-mince d'argile et de sable. Voici comment est conduite cette opération délicate :

« Le *meïo* étant bien propre, on en marche soigneusement le fond à plusieurs reprises, et, à plusieurs reprises également, on le roule à l'aide d'un cylindre en bois (*circio*) de 1^{m},50 de long sur 0^{m},30 de diamètre. Lorsque le sol s'est, de cette façon, bien rassis, on envoie sur chaque *meïo* quelques centimètres d'eau provenant des chauffoirs. En deux ou trois jours, cette eau est évaporée à sec; on la renouvelle deux ou trois fois, en continuant ces mouillures (*molhaduras*), jusqu'à ce que le sol soit recouvert d'un tapis de sel bien uniforme. Quelquefois on renforce encore cette couche de sel en laissant séjourner sur les *meïos*, pendant quelques jours, une quantité notable d'eau concentrée que l'on renvoie ensuite aux chauffoirs, lorsque la couche déposée paraît avoir une épaisseur convenable au but qu'on se propose.

« Quoi qu'il en soit, lorsque le meïo est recouvert d'une épaisseur de sel suffisante, le saunier laisse sécher le tapis salin pendant un jour ou deux, puis il le recouvre de l'argile qui doit empêcher l'adhérence entre cette première couche et le sel de la récolte. C'est une opération difficile que celle qui consiste à répandre bien également cette couche mince d'argile; les sauniers d'Aveiro ont, pour l'exécuter, des tours de main ingénieux : je citerai celui-ci qui m'a le plus frappé.

« A l'entrée du *meïo*, près de la rigole ou *caneja* qui amène l'eau de la pièce précédente, le saunier fait un batardeau dans lequel il laisse arriver une certaine quantité d'eau concentrée. Dans cette eau il délaye avec soin, pour chaque meïo, une trentaine de litres d'argile bleuâtre (*audula*) et en fait une bouillie aussi homogène que possible; puis, rompant brusquement la digue de son batardeau, il laisse écouler sur la couche de sel l'eau concentrée qui entraîne et dissémine sur toute la surface l'argile qu'elle tenait en suspension; cette argile se dépose rapidement, et la petite quantité d'eau à laquelle elle était mélangée s'évapore. Sur cette couche d'argile et de sel le saunier étend alors, et de la même façon, une couche mince de sable blanc et fin, et le salin est prêt à entrer en travail.

« La marche suivie pour la fabrication du sel à Aveiro ressemble beaucoup à celle qui est suivie sur les marais de l'ouest de la France. Chaque jour, on donne de l'eau aux pièces préparatoires, en ayant soin que toute la hauteur d'eau se maintienne à 15 centimètres environ. L'eau arrive ainsi concentrée dans la dernière pièce ou *cabeceiro*. De là elle passe dans les *meïos*, comme dans l'Ouest elle passe des adernes dans les œillets. Mais à ce moment intervient une différence sérieuse entre les deux procédés. En effet, les *meïos* de chaque étage ne sont pas tous destinés à jouer le même rôle. Dans les *meïos de cima* l'eau achève de s'affiner; c'est là que se termine le dépôt de sulfate de chaux (*codejo*) commencé dans les *cabeceiros*. Mais il ne faut pas permettre que le sel s'y dépose; c'est seulement dans les *meïos de baixo* que doit avoir lieu la récolte. Celle-ci, lorsque la saison marche bien, se fait tous les jours de la manière suivante : le saunier ramasse avec soin (et il faut qu'il soit habile) et ramène au milieu du cristallisoir le sel déposé tant à la surface qu'au fond de celui-ci. L'outil dont il fait usage est un racle de sapin mince et léger, mesurant 80 centimètres sur 22 centimètres, et dont le manche a 4 mètres de longueur environ. Le sel, ainsi récolté sous une épaisseur d'eau notable, est mis ensuite à égoutter sur les chemins pendant quelques heures, puis transporté aux meules sur les grandes chaussées.

« Si la saison est bonne, chaque *meïo de baixo* fournit, tous les deux jours, 30 à 50 kilogrammes de sel. La récolte dure trois mois environ (1). »

On voit que le procédé d'extraction du sel à Aveiro présente une particularité remarquée : c'est la confection d'un sol particulier, d'un *feutre*, qui est destiné à protéger le dépôt du sel.

On peut noter comme différence avec le procédé suivi dans l'ouest de la France, que la récolte se fait sous une couche d'eau plus épaisse que sur les marais de la Bretagne et de la Vendée.

Les sels d'Aveiro et de Figueira sont acquis principalement par le Brésil et par les États-Unis. Chacune de ces nations absorbe les deux cinquièmes des quantités exportées; le cinquième restant est pris par l'Angleterre, la Russie, la Suède et la Norwége. Ce sel est recherché pour les salaisons; il est également l'objet d'un commerce important pour la consommation intérieure du pays.

Résumons maintenant ce que nous a appris cette excursion à travers les salines de Portugal.

Ce qui frappe, c'est surtout ce qui se passe

(1) *Mémoire cité*, pages 288-292.

dans les salines de Sétubal. On voit là, en effet, ce qui ne se trouve dans aucune exploitation saunière. On introduit presque d'un seul coup, sur un espace déterminé, tout le volume d'eau qui, dans le cours de la saison, doit y être évaporé. En quelques semaines, par l'action du soleil et du vent, cette eau est amenée à siccité, et le saunier obtient une récolte abondante et d'excellente qualité, alors qu'il ne devrait avoir, d'après ce qui se passe dans tous les autres marais salants, qu'un produit renfermant 15 à 20 pour 0/0 au moins de sels magnésiens. C'est la première récolte qui doit nous arrêter; les deux autres, en effet, sont obtenues dans des conditions qui rappellent beaucoup les méthodes ordinaires.

L'explication qu'a donnée M. Aimé Girard, du rôle absorbant ou *dialyseur*, selon l'expression scientifique moderne, du sol des marais de Sétubal, explique parfaitement, selon nous, cette particularité. Si le procédé de Sétubal n'est pas applicable aux marais de Lisbonne, c'est que le sol de cette région n'a pas la vertu absorbante élective, ou *dialysante*, qui caractérise le sol de Sétubal.

M. Aimé Girard dans le mémoire que nous avons cité, cherche à établir quel enseignement nos sauniers français peuvent retirer de la connaissance des procédés portugais. Il ne croit pas que les sauniers du midi de la France aient rien à apprendre de ceux de Lisbonne ou de Sétubal; mais il pense que ceux de l'Ouest pourraient mettre à profit l'excellente pratique du feutre végétal, ou *cozimento*, qui rend de si grands services dans les marais de Lisbonne.

Les puissantes compagnies du midi de la France entre les mains desquelles prospèrent les salins de cette région, ont, comme nous l'avons déjà dit, introduit largement l'élément scientifique dans leurs exploitations, et transformé la fabrication du sel en une vaste opération chimique. Si dans les salins du midi de la France la production est moins rapide que dans ceux du Portugal, c'est à la plus grande puissance du soleil qui chauffe ces derniers, et non aux procédés employés qu'il faut l'attribuer. Mais il en est autrement pour nos marais de l'Ouest. Il faut donc rechercher si, dans tout ce que nous avons décrit, quelque perfectionnement ne leur serait pas applicable.

A priori, la comparaison semble bien difficile entre le climat si chaud de Sétubal ou de Lisbonne, et le climat, si souvent pluvieux et froid, des côtes de notre Océan. On ne saurait, cependant, s'empêcher de penser aux services que rendrait le tapis végétal qui recouvre les salins portugais, s'il était possible de l'utiliser sur les cristallisoirs de l'Ouest. Or, M. Aimé Girard a fait cette remarque singulière que le *feutre* tend à se produire sur le sol de nos marais de l'Ouest.

« Lorsqu'on étudie avec soin, dit M. Aimé Girard, les marais de l'ouest de la France, on est assez surpris de reconnaître qu'un feutre analogue au feutre du Midi et au feutre portugais existe sur ces marais. On l'y rencontre en pleine végétation dans les pièces préparatoires, mais sur les cristallisoirs il ne se retrouve plus. Au printemps, le paludier, ignorant sans doute les services que ce feutre pourrait lui rendre en permettant la récolte d'un sel blanc et pur de matières terreuses, travaille l'œillet de manière à y détruire toute trace de végétation et à lui constituer un fond d'argile et de sable dont le sel récolté reste toujours souillé. Il y aurait un intérêt évident à tenter une expérience dans le sens opposé, et à essayer une récolte au moins sur un fond recouvert de feutre; le but à atteindre, la fabrication d'un sel blanc et propre, qui reprendrait bientôt faveur sur les marchés, justifierait largement toute tentative faite dans ce sens.

« Le procédé suivi à Aveiro est d'une régularité parfaite, et la conduite des marais y est extrêmement soignée. Cependant on ne peut qu'être surpris de voir, sous ce climat si semblable à celui de Lisbonne et de Sétubal, le saunier récolter son sel tous les deux jours. La pluie ne semble pas devoir être beaucoup plus fréquente dans l'une que dans les deux autres régions. Sans doute, si l'on permettait au sel d'acquérir de l épaisseur sur les cristallisoirs, le rendement ne serait peut-être pas beaucoup plus considérable, puisqu'il atteint 500 tonnes par hectare de table salante, mais les opérations se bornant alors à 2 ou 3 récoltes, au lieu de 40 à 50, la main-d'œuvre

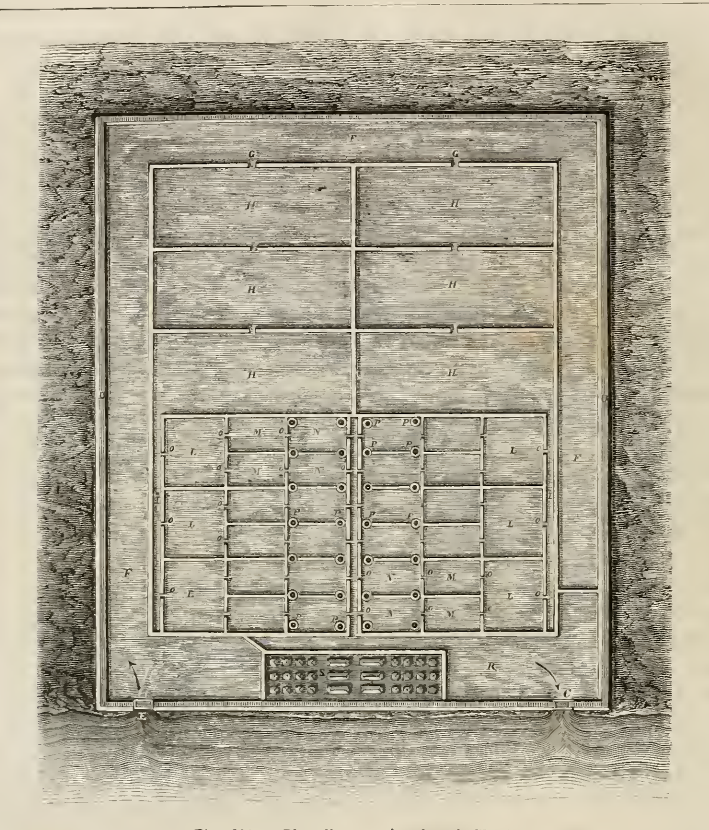


Fig. 384. — Plan d'un marais salant de l'Istrie.

E, vanne servant à l'introduction de l'eau de mer ; F, canal circulaire ; G, vanne d'admission dans les bassins ; H, H, bassins d'évaporation ; M, N, deuxième série des bassins d'évaporation ; P, tables salantes ; R, cristallisoirs ; C, vanne servant à l'écoulement des eaux mères ; S, sel récolté.

se trouverait notablement diminuée. Cependant c'est une opinion bien arrêtée parmi les hommes les plus compétents et les plus éclairés d'Aveiro que la méthode de Sétubal est inapplicable dans cette région. C'est là une question qu'une étude prolongée sur le salin pourrait seule résoudre, et sur laquelle nous ne saurions dès à présent établir notre opinion.

« Mais, du procédé d'Aveiro, ce que nous pouvons peut-être retenir au profit des sauniers de l'ouest de la France, c'est la confection d'un sol artificiel sur les cristallisoirs. Peut-être, tentée par des sauniers intelligents, cette opération donnerait-elle dans l'Ouest d'excellents résultats, peut-être ce sol artificiel résisterait-il à l'action des pluies, et parviendrait-on soit par son emploi, soit par l'emploi du feutre végétal, à la production d'un sel blanc, propre, et peu chargé en matières terreuses. S'il en était ainsi, nos sels de l'Ouest reprendraient sans doute cette faveur qu'ils n'ont perdue qu'à cause de la grande quantité de matières terreuses qu'ils renferment : rien, en effet n'empêcherait alors qu'ils ne pussent lutter contre les sels d'Aveiro et les deuxièmes récoltes de Sétubal et de Lisbonne (1). »

(1) Mémoire cité, *Annales du Conservatoire des arts et métiers*. 1872, t. IX, page 300.



Fig. 385. — La mer Morte (vue prise de Masada).

L'expérience proposée par M. Aimé Girard est facile à exécuter en s'emparant des pratiques de Sétubal. Il est donc à désirer que ces essais s'accomplissent.

CHAPITRE XV

LES MARAIS SALANTS EN ESPAGNE, EN ITALIE, EN AUTRICHE, EN RUSSIE, ETC.

En décrivant la fabrication du sel extrait de la mer sur les côtes de la France et du Portugal, nous avons fait connaître tout ce qui se rattache à l'industrie salicicole. Dans les autres parties de l'Europe, cette industrie a moins d'importance, et emploie d'ailleurs les mêmes procédés de fabrication. Mais l'évaporation de l'eau de la mer à l'air libre est nécessairement liée au climat, à la température de chaque pays. On comprend donc que l'industrie qui nous occupe soit très-développée dans le midi de l'Europe et très-peu dans le nord.

Après la France et le Portugal il faut citer l'Espagne et l'Italie, comme possédant un certain nombre de marais salants. Toutefois ces deux nations, malgré l'étendue de leur littoral marin, produisent beaucoup moins de sel que le Portugal.

Les marais salants de l'Espagne existent sur les côtes de la Méditerranée et aux îles Baléares; ceux de l'Italie, sur le littoral occidental de la Péninsule.

L'Autriche produit chaque année 75,000 tonnes de sel, dans des salines situées sur les bords de la mer Adriatique, en partie sur la côte de Dalmatie, en partie à Stagno,

dans la péninsule de Sabioncello, et dans les îles d'Arbe et de Pago. Il existe enfin de vastes salines dans le golfe de Trieste, près de Pirano et de Capo d'Istria.

Dans les marais salants de ce dernier groupe, c'est-à-dire en Istrie, on donne au jeu évaporatoire une disposition qui n'est pas semblable à celle que nous avons figurée pour la France et le Portugal. C'est ce qui nous engage à le représenter par le dessin.

La figure 384 donne le plan d'un marais salant de l'Istrie (Autriche). Sa forme, comme on le voit, est celle d'un rectangle. Sa superficie est considérable : elle est de 10,000 mètres environ. Des digues D limitent l'ensemble des bassins. L'eau de mer s'introduit par le conduit E, et pénètre dans un large réservoir FF, qui entoure complétement les bassins évaporatoires. Après s'être clarifiée par le repos dans ce réservoir, elle pénètre, quand on ouvre les vannes, dans six vastes bassins H,H,H, où elle se concentre. Au bout de quelques jours, on ouvre les vannes *o*, et on fait pénétrer l'eau dans une rigole, qui l'amène dans des bassins plus petits M,N, au moyen de vannes *o,o*. Ayant déposé dans cette série de bassins le sulfate et le carbonate de chaux, l'eau est amenée, au moment de cristalliser, dans les *tables salantes* P,P.

Quand est arrivé le moment de récolter le sel, on ouvre la vanne *o*, et l'on fait écouler les eaux mères dans la portion R du canal de ceinture, qui conduit ces eaux à la mer.

Chaque *table salante* est pourvue d'une citerne couverte, qui sert à recevoir les eaux prêtes à cristalliser lorsqu'il survient une pluie qui compromettrait la récolte.

En Angleterre, les marais salants proprement dits sont inconnus.

Les mines de sel gemme, ou plutôt d'argiles salifères, traitées comme nous l'avons dit en parlant du sel gemme, sont la source principale de la production du sel marin. Mais l'Océan en fournit aussi une certaine quantité.

Sur les côtes anglaises et écossaises, on met en pratique un procédé qui ressemble beaucoup à celui de nos sauniers d'Avranches, en Normandie. On recueille les sables mouillés par l'eau de mer, et à la surface desquels le sel marin est venu s'effleurir par l'évaporation. On choisit une certaine longueur de la côte, disposée de telle manière que les hautes marées seulement viennent la couvrir. D'autres fois, on élève des monticules de sable artificiel, pour les faire baigner par la marée ordinaire. Dans tous les cas, on lave ces sables avec de l'eau de mer, et on obtient une dissolution saturée de sel marin, que l'on évapore dans des chaudières semblables à celle que nous avons décrite en parlant des salines de l'est de la France.

Dans la Russie méridionale, en Crimée, on met à profit certains bassins naturels qui existent aux embouchures des fleuves dans la mer Noire. Par l'action des vents persistants qui soufflent en hiver, ces bassins se remplissent d'eau de mer. L'été venu, ces réservoirs accidentels d'eau salée se concentrent, et finissent par se dessécher entièrement. Vers la fin de juillet, on enlève ce sel à la pelle, et on l'entasse sur les bords du fleuve.

Ce travail est pénible et dangereux, car les ouvriers courent souvent le risque d'être engloutis dans le limon mouvant qui forme le fond de ces bassins, et que recouvre une couche de sel de quelques centimètres à peine d'épaisseur.

Pour être complet dans cet exposé des moyens d'extraire industriellement le sel des eaux de la mer, nous devons mentionner l'extraction du chlorure de sodium de ces eaux par l'action de la gelée. Dans les pays dont le climat est très-froid, comme la Si-

bérie, la Suède et le nord de l'Europe, on expose l'eau de la mer, sur de larges surfaces, à l'action du froid. L'eau pure se congèle seule. On retire et on jette ces glaçons d'eau pure. En répétant plusieurs fois l'exposition au froid, et rejetant, à chaque fois, les glaçons d'eau pure, on concentre de plus en plus l'eau de la mer. Circonstance curieuse! le froid remplace, dans les contrées du Nord, le soleil des pays méridionaux, comme moyen de concentration. Tant il est vrai que les ressources de l'industrie moderne sont inépuisables.

Lorsque l'eau est parvenue ainsi à un degré de saturation telle qu'elle ne peut plus se congeler, on termine l'évaporation dans des chaudières, dans des *poêles*, semblables à celles de nos salines de l'Est.

Le chlorure de sodium que l'on obtient ainsi est impur ; il a une amertume prononcée, due au chlorure de magnésium et au sulfate de magnésie. Il faut l'exposer à l'air humide pendant un certain temps, pour que les sels magnésiens s'écoulent peu à peu, dissous par l'eau hygrométrique.

CHAPITRE XVI

L'EXTRACTION DU SEL DES ÉTANGS SALÉS. — LES ÉTANGS SALÉS EN EUROPE, EN ASIE ET EN AMÉRIQUE. — LA MER MORTE.

Nous avons supposé, dans les chapitres précédents, que c'est aux eaux de la mer que l'on s'adresse toujours pour l'exploitation du chlorure de sodium. Mais quelquefois de vastes lacs salés suppléent aux eaux de la mer, pour cette opération. C'est ce qui existe dans les départements de l'Hérault, des Bouches-du-Rhône et du Var. La plage de la Méditerranée est bornée d'étangs en communication directe avec la mer. L'eau de quelques-uns de ces étangs sert à l'extraction du sel marin. Nous citerons, comme exemple d'exploitation de l'eau d'un étang salé, de préférence à celle de la mer, l'étang de Lavalduc, non loin de Marseille, dont la salure est plus forte que l'eau de la Méditerranée.

Voici, en effet, la composition d'un kilogramme de l'eau de l'étang de Lavalduc, analysée en 1857, par M. Dony, chimiste de la Compagnie des salins du Midi :

Chlorure de sodium.....	99,45	grammes.
Chlorure de potassium...	3,50	
Chlorure de magnésium.	34,00	
Sulfate de magnésie.....	5,05	
Sulfate de chaux........	3,05	
Eau....................	854,95	
	1000,00	grammes

Ainsi chargée d'une quantité de chlorure de sodium trois fois plus forte que celle de la Méditerranée, l'eau de l'étang de Lavalduc doit être, on le comprend, consacrée avec beaucoup d'avantage à l'extraction du sel marin.

Les eaux de l'étang de Berre sont également consacrées à l'extraction du sel. Cependant leur salure est faible : 1 kilogramme de l'eau de l'étang de Berre contient, d'après Usiglio :

Chlorure de sodium.....	10,17	grammes.
Chlorure de potassium...	0,31	
Chlorure de magnésium.	1,57	
Sulfate de magnésie.....	1,08	
Sulfate de chaux........	0,70	
Carbonate de chaux et peroxyde de fer.......	0,10	
Eau....................	986,07	
	1000,00	grammes.

Aux environs de Vaucluse, l'étang salé de Courtaison donne un autre exemple de ces étangs disséminés en diverses parties du continent, et qui renferment du chlorure de sodium en quantité notable.

On connaît, en Russie, beaucoup de lacs salés. Trente-deux sont exploités dans le

gouvernement d'Astrakan. Ils produisent annuellement près de 1,800 tonnes de sel.

Le plus remarquable de tous les lacs de la Russie consacrés à l'extraction du sel, c'est le lac *Elton*, qui a 18 lieues de tour, et que les Kalmouks et les Kirghis appellent *Lac doré* (*Alton-nor*), parce que ses eaux paraissent rouges, quand elles sont frappées par les rayons du soleil.

Le sel du lac Elton est exploité avec plus d'avantage que les autres, par suite de sa proximité du Volga, qui permet d'embarquer le sel, pour le transporter au loin.

Le lac Elton est un bassin sans écoulement, situé dans une dépression du steppe. Il est alimenté par un grand nombre de sources salées.

Un kilogramme de l'eau du lac Elton renferme :

Chlorure de sodium.......	71 grammes.
Chlorure de magnésium....	165
Sulfate de chaux et autres sels.	5
Sulfate de magnésie.......	18
Eau......................	741
	1000 grammes.

Par l'évaporation de l'eau, il se forme, à la surface de ce lac, des cristaux, qui se précipitent au fond. Il en résulte que chaque année, il se dépose au fond de ce bassin une croûte, plus ou moins épaisse, de sel. On retire ce sel, et on l'accumule sur ses bords. C'est une matière très-impure, en raison de la forte proportion de chlorure de magnésium qu'elle renferme ; mais en l'abandonnant à elle-même, pendant quelques mois, le chlorure de magnésium disparaît, emporté par l'eau de pluie, de sorte que le résidu ne renferme guère plus que 1 demi pour 100 de chlorure de magnésium.

Le sel ainsi retiré des lacs et purifié spontanément, compose des masses dures et agglomérées, semblables au sel gemme; c'est sous cette forme qu'il est vendu en Russie.

Deux autres lacs salés, ceux de Bogdo et d'Indersk, servent également en Russie à l'extraction du sel.

MM. Gœbel, Erdmann et H. Rose ont fait l'analyse des eaux du lac Elton, recueillies à trois époques différentes, en avril, août et octobre. C'est ce qui a permis d'arriver à se rendre compte de la composition moyenne de ces eaux et d'expliquer leurs variations selon les saisons.

Au printemps, époque à laquelle les affluents fournissent au lac des masses d'eau considérables, le sel marin y est un peu plus abondant que le chlorure de magnésium ; mais pendant l'été, la proportion du chlorure de magnésium est double de celle du chlorure de sodium ; et en automne, la quantité de chlorure de magnésium y est près de cinq fois plus grande que celle du sel marin, parce que les eaux se trouvent alors soumises à l'évaporation la plus active et à une concentration assez forte pour déterminer la précipitation de ce dernier sel.

Ces faits prouvent que l'eau du lac Elton ressemble aux eaux mères des marais salants de la Méditerranée qui marqueraient 35° à l'aréomètre Baumé, car leur composition chimique est très-analogue.

Dans le lac Bogdo, les eaux ont sans doute été soumises à une concentration moins longtemps prolongée, car le chlorure de magnésium y égale à peine le quart du sel marin, bien que la proportion notable de chlorure de potassium et de calcium ait dû contribuer à diminuer la solubilité du sel marin.

On trouve dans l'eau du lac Indersk, analysée comme la précédente, par M. Gœbel, une proportion encore plus faible de chlorure de magnésium, avec une quantité assez considérable de bromure de magnésium.

Les lacs salés sont assez nombreux en Amérique. Le plus connu est le lac de l'Utah, qui doit sa célébrité aux Mormons qui sont venus s'établir sur ses bords. La *Cité des*

Saints, a été bâtie par les Mormons, aux bords de ce lac. Fait singulier ! le lac d'Utah est situé à 1,260 mètres au-dessous du niveau de l'Océan.

Le lac salé de l'Utah est très-chargé de matières salines. Un litre d'eau renferme 1,226 grammes de sels, dont 1,200 de chlorure de sodium. Un voyageur anglais, le capitaine Burton, dit que, s'étant baigné dans ce lac, sa peau fut revêtue d'une couche de sel et que ses cheveux étaient poudrés à blanc.

On n'extrait pas de chlorure de sodium du lac de l'Utah, mais on retire ce sel du lac de Buffalo, dans la Caroline septentrionale. Les nombreuses sources salées qui alimentent le lac de Buffalo sont l'objet d'exploitations importantes.

Dans les pampas et dans les savanes de Buénos-Ayres, on rencon tre aussibeaucoup de petits lacs salés, et pourtant, à quelques mètres au-dessous de la surface du sol, ou dans des puits creusés par les habitants, on trouve de l'eau douce en abondance.

Au nord du Rio-Salado, dans le voisinage des Andes, s'étendent d'immenses marais, dont l'eau est chargée de chlorure de sodium. C'est une région aride ; l'eau, la chaleur, la sécheresse et la salure du terrain, bannissent toute végétation de ces lieux désolés.

Les lacs salés ne manquent pas dans l'Asie. Le lac d'Urmiah, en Perse, est exploité pour l'extraction du sel marin. Un kilogramme de l'eau de ce lac renferme 230 grammes de chlorure de sodium.

L'analyse de l'eau du lac d'Urmiah, cette *mer Morte persique*, a été faite en 1843 par Hitchcock, d'après les spécimens recueillis par les missionnaires américains. Depuis, un savant russe, M. Abich, a étudié cette contrée, sous le rapport géologique, et a exécuté l'analyse chimique de cette eau. D'après son travail, publié en 1859, dans les *Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, l'eau du lac Urmiah ne renfermerait pas de brome. Elle contiendrait surtout des chlorures de sodium et de magnésium.

Le grand lac de Van, situé, comme celui d'Urmiah, à la frontière de la Perse et de l'Arménie, est également très-chargé de sel. Ces deux lacs reçoivent beaucoup d'affluents d'eaux salées et ne donnent lieu à aucun écoulement.

Le lac Van, voisin du lac Urmiah, et comme lui situé à une très-grande élévation au-dessus de la mer, a été étudié par M. de Chancourtois, en 1845. Ce géologue a reconnu que les eaux du lac Van ne contiennent pas de chlorure de magnésium : la magnésie, ainsi qu'une partie de la soude, s'y trouvent, selon M. de Chancourtois, à l'état de carbonate.

La mer Caspienne n'est, à proprement parler, qu'un vaste étang salé.

Voici la composition chimique de 1 kilogramme de l'eau de la mer Caspienne, d'après Gœbel :

Chlorure de sodium......	3,67 grammes.
Chlorure de potassium...	0,08
Chlorure de magnésium..	0,63
Sulfate de magnésie......	1,24
Sulfate de chaux.........	0,50
Carbonate de chaux et de magnésie.............	0,20
Eau....................	93,68
	100,00 grammes.

Le niveau de la mer Caspienne est situé à 25 mètres au-dessous du niveau de l'Océan, et sa profondeur dépasse 800 mètres.

Pour résumer les faits précédents, relatifs à la composition chimique des eaux des lacs salés de l'Asie, nous résumerons en un tableau les analyses des eaux de ces lacs, en y joignant la mention de l'altitude de ces lacs. On remarquera que les lacs les plus élevés sont les moins riches en sels, et ceux situés le plus bas les plus chargés de substances minérales.

Ce tableau est emprunté à un mémoire de M. Louis Lartet, sur lequel nous appellerons plus loin l'attention du lecteur.

Tableau comparatif de la composition des eaux et des altitudes de quelques lacs salés asiatiques.

INDICATION DES LACS et des auteurs des analyses.	ALTITUDES en mètres.	DENSITÉ.	CHLORURES				BROMURES de magnésium.	SULFATES				CARBONATES		SILICE.	EAU.
			de sodium.	de magnésium.	de potassium.	de calcium.		de chaux.	de magnésie.	de potasse.	de soude.	de soude.	de magnésie.		
Lac Elton (Gœhel), avril. Surface	....	....	13.124	10.512	0.222	......	0.007	......	1.665	......	.....	....	....	.....	74.410
Lac Elton (Erdmann), août. Surface	....	......	7.451	16.280	.....	......	.....	0.036	2.185	......	0.038	....	....	.....	73.505
Lac Elton (H. Rose), octobre. Surf.	—7m.80	1.27288	3.83	19.75	0.23	......	0.006	......	5.52	......	.....	....	....	.....	70.87
Lac Bogdo (Gœbel). Surface..........	—5 85	....	19.000	5 435	0.199	0.989	0.005	0.028	......	......	.....	....	....	.....	74.343
Lac Indersk (Gœbel). Surface..........	....	....	23.928	1.736	0 101	......	....	0.042	0.346	......	.....	....	....	.....	73.842
Mer Caspienne (H. Rose). Surface....	......	1.0013	0.0754	traces.	.....	traces.	...	0.0406	traces.	00 036	.....	....	0.1539	.....	99.834
Lac Urmiah (Hitchcock). Surface.....	+ 120m	1.114	19.05	0.52	.....	traces.	...	0.18	0.80	......	.....	....	....	.....	79.45
Lac Van (Chancourtois). Surface	+1100	1.0188	0 938	......	.....	......	....	......	......	0.055	0.333	0.861	0.55	0.018	97.740

Le plus célèbre des lacs salés de l'Asie et du monde, est l'espèce d'étang situé en Palestine, que les anciens appelaient le lac *Asphaltite*, à cause du bitume, ou asphalte, que l'on recueille sur ses bords, bitume qui est aujourd'hui utilisé dans l'industrie et les arts, sous le nom de bitume de Judée. Désigné chez les Juifs par le nom de *mer Salée*, il porte aujourd'hui le nom de *mer Morte*, parce qu'aucun être vivant ne peut exister dans ses eaux, en raison de leur degré excessif de salure (1).

La proportion énorme de sels que renferme l'eau de la mer Morte (200 grammes par kilogramme, à 20 mètres de profondeur) empêche, en effet, aucun poisson ou mollusque d'y vivre. On assure qu'un nageur est repoussé de ce milieu, tant sa densité est considérable.

Voici la composition de 1 kilogramme de l'eau de la mer Morte, d'après M. Boussingault :

Sulfate de magnésie.....	107,28 grammes.
Chlorure de sodium.....	64,96
Chlorure de potassium...	16,05
Sulfate de chaux........	0,42
Bromure de magnésium.	3,03
Chlorure de calcium.....	35,06
Chlorhydrate d'ammon...	0,01
Eau..................	773,19
	1000,00 grammes.

Hâtons-nous de dire que de toutes les eaux minérales, l'eau de la mer Morte est celle qui varie le plus dans sa densité et sa composition. D'après Marcet, sa densité serait de 1,211; d'après Brande, elle serait de 1,16; selon Boutron et O. Henry, elle est de 1,0991 ; M. Boussingault l'a trouvée de 1,194. Le résidu fourni par l'évaporation de 1,000 grammes de cette eau est, on vient de le voir, d'après M. Boussingault, de 227 grammes; d'après MM. Boutron et O. Henry, il serait de 149 parties; suivant Brande, de 240 parties; Klaproth a trouvé 426 parties; Gay-Lussac, 264, etc.

L'une des causes principales de ces énormes variations réside dans l'eau douce du Jourdain, fleuve qui se jette dans la mer Morte et qui contient à peine, suivant

(1) Les géographes arabes l'appellent *lac de Zogar*, *bohayre al montine* ou *lac fétide* (Aboulféda, t. II, Ire partie, p. 48, trad. de Reinaud) ; enfin les tribus errantes qui vivent sur ses bords ne la connaissent plus que sous le nom de *Bahar Lut* (mer de Lot).

M. Brande, 3 centigrammes de chlorure de sodium par litre d'eau, avec quelques traces seulement de sulfate de chaux et d'autres sels.

L'eau de la mer Morte est très-limpide, mais tellement salée, qu'aucun animal, ainsi que nous l'avons dit, ne peut y vivre.

Par suite de sa grande densité, beaucoup de corps végétaux et animaux, qui, dans d'autres mers, iraient immédiatement au fond, nagent à sa surface.

Suivant des observations récentes, le niveau de la mer Morte serait d'environ 392 mètres au-dessous de celui de la mer Méditerranée. D'après d'autres remarques, la profondeur moyenne serait de 400 à 600 mètres, ce qui mettrait son fond à 1,000 mètres au-dessous du niveau de la Méditerranée ! Du reste, le fond de la mer Morte est composé de deux bassins différents : l'un, très-profond, au nord, et l'autre petit, au sud. Ils sont séparés par une péninsule sablonneuse, nommée *El-Messaa*.

Les rives arides, mornes, lugubres, de cette nappe d'eau lourde et salée, sont, en quelques points, couvertes de roseaux grands comme des arbustes, mais tous ses environs sont dénués de végétation.

Rien de plus triste, de plus abandonné que cet étang qu'encadrent deux montagnes et qui est dépourvu de toute végétation. Dans cette vallée, pas un brin d'herbe, pas une plante; dans cette eau immobile et glauque, pas un être vivant. Sur ses rives gisent seulement quelques arbres apportés par le courant du Jourdain, mais jamais un oiseau ne vient égayer de son chant cette morne solitude.

Les Arabes disent : « Celui qui tient à la vie ne doit pas s'aventurer sur la mer Salée. »

Disons pourtant que la tristesse et la désolation qui caractérisent la mer Morte, ne dépassent guère son périmètre. La stérilité n'atteint pas tout le paysage environnant. Dénudées près de la mer Morte, les rives du Jourdain sont, à quelques lieues du lac, recouvertes d'une abondante végétation.

Le travail le plus important qui ait été publié en France sur la mer Morte considérée au point de vue géologique et chimique, est celui de M. Louis Lartet. Ce naturaliste, fils du célèbre paléontologiste Édouard Lartet, mort en 1870, fit partie de l'expédition scientifique qu'un ami éclairé des sciences, un noble esprit, trop tôt ravi à la reconnaissance de ses contemporains, M. le duc de Luynes, accomplit, en 1864, dans la Palestine, l'Égypte et l'Arabie. M. Louis Lartet a publié en 1869, sous le titre d'*Essai sur la géologie de la Palestine et des contrées avoisinantes* (1), un mémoire remarquable qui traite de l'histoire naturelle de ces contrées. Ce travail avait été précédé d'un mémoire publié dans le *Bulletin de la Société géologique de France* (2), ayant pour titre : *Recherches sur les variations des salines de l'eau de la mer Morte, ainsi que sur l'origine probable des sels qui entrent dans sa composition.*

Nous pensons que nos lecteurs trouveront ici avec plaisir quelques extraits de ce dernier travail, qui résument ce que l'on sait aujourd'hui de plus positif sur le grand lac salé de la Judée.

« La mer Morte ou lac Asphaltite est, comme on le sait, l'une des nappes d'eau les plus salées et les plus denses du globe, en même temps que sa surface se trouve être inférieure de 392 mètres au niveau des mers, ce qui fait de son bassin l'un des accidents orographiques les plus remarquables de nos continents.

« Au premier aspect, l'eau de cette mer ne paraît pas différer de celle de l'Océan ; mais, si l'on y plonge la main, elle laisse une impression huileuse assez prononcée, et à la suite d'un contact prolongé elle peut déterminer sur la peau la formation de pustules qui persistent pendant tout le temps que l'on séjourne sur le lac.

« En raison de sa grande densité (1162 à la surface,

(1) In-8. Paris, 1869.
(2) 2e série (Séance du 8 juin 1866).

tandis que celle de l'Océan n'est représentée que par le chiffre de 1027), le corps humain n'y enfonce point, même lorsqu'il conserve une immobilité complète. Ce fait, connu des anciens, fut vérifié, selon l'historien Josèphe, par Vespasien, qui y fit jeter des criminels solidement garrottés. La mer Morte ne partage cette propriété qu'avec un petit nombre de lacs salés, dont le plus connu est le lac Elton.

« Cette eau est extrêmement riche en chlorure et en bromure de magnésium, et c'est sans doute à l'abondance de ces sels qu'il faut attribuer l'absence complète, dans cette petite mer, de toute espèce de ces êtres animés qui vivent généralement dans les nappes d'eau salée (1). Cependant Ehrenberg a découvert dans la vase et dans l'eau recueillies directement par Lepsius à l'extrémité nord-ouest du lac Asphaltite, près de l'îlot et assez loin du bord, des foraminifères, dont 11 espèces appartenaient au genre *Polygaster*, 2 au genre *Polythalamia* et 5 aux *Phytolithariæ*.

« Le nombre des analyses chimiques auxquelles on a soumis, à diverses reprises, des échantillons d'eau provenant de la mer Morte est devenu considérable; mais, bien que la plupart de ces essais aient été faits par des savants du plus haut mérite, ils ont conduit à des résultats notablement différents. Ces analyses ne peuvent d'ailleurs donner une idée juste de la salure générale du lac d'après les conditions mêmes où ces eaux ont été puisées. Lorsqu'on recherche, en effet, les provenances de ces dernières, on ne tarde pas à s'apercevoir qu'elles ont toutes été recueillies à l'extrémité nord-ouest de la mer Morte (2) et à une distance plus ou moins rapprochée de l'embouchure du Jourdain. En outre, à part un échantillon d'eau recueilli par le capitaine Lynch à 195 brasses de profondeur, sans les précautions qui seules auraient pu donner quelque valeur à cette expérience, tous les autres ont été pris à la surface où le mélange, dans des proportions sans cesse variables, des eaux concentrées du lac avec les eaux douces des affluents, vient apporter un élément de perturbation dont on retrouve les effets dans les différences marquées par les analyses. D'après des évaluations qui ne peuvent être naturellement bien rigoureuses, le Jourdain, à certaines époques de l'année, amènerait à la mer Morte, pour y être évaporées, 6,500,000 tonnes d'eau pure, par jour. Quoi qu'il en soit de la valeur précise de cette estimation, il est probable que le débit du Jourdain égale à lui seul, s'il ne le dépasse pas dans certaines saisons, l'apport total des eaux douces que versent dans le lac les autres rares affluents permanents.

« Malgré la chaleur extrême qui règne au fond de cette dépression, on a grand'peine à se faire à l'idée que cette masse d'eau charriée journellement par le Jourdain puisse être enlevée tout entière par le seul fait de l'évaporation puissante qui s'exerce à la surface du lac. Aussi conçoit-on l'embarras des Arabes qui, ne pouvant se rendre compte de la disparition d'un aussi grand volume d'eau, autrement que par l'intermédiaire d'une issue souterraine, ont eu tout naturellement recours à cette hypothèse et se sont empressés d'admettre l'existence d'un canal de cette nature qui conduisait l'excédant des eaux de la mer Morte jusqu'au golfe Persique. Ils n'ont fait, en cela, que reproduire l'erreur dans laquelle étaient tombés les anciens à l'égard de quelques autres lacs de l'Asie, erreur qui donna sans doute naissance à la tradition des gouffres de la mer Caspienne et influa également sur l'opinion d'Ératosthène, relativement aux lacs de la région qui nous occupe ici.

Les masses d'eau douce que le Jourdain roule ainsi vers la mer Morte surnagent, en raison d'une densité plus faible que celle des eaux du lac, et se dirigent vers le sud en donnant lieu à un courant dont le capitaine Lynch avait reconnu l'existence, et que notre compagnon de voyage, M. le lieutenant de vaisseau Vignes, a pu suivre jusqu'au canal (c'est-à-dire jusqu'aux portions les plus méridionales de la mer Morte), où ce courant conserve encore une vitesse d'un demi-mille à l'heure. Dans le cours de notre navigation si heureusement accomplie et si bien conduite par cet officier distingué, il lui a été également possible de constater l'existence de contre-courants latéraux qui, malgré beaucoup d'irrégularités dans leurs allures, paraissent porter

(1) Il existe d'autres lacs qui paraissent cependant, ainsi que la mer Morte, ne renfermer aucun organisme vivant. Tels sont, entre autres, le lac de Kodj-Hissar, le lac Urmiah ou mer Morte Persique et même le lac Van, tous trois situés en Asie Mineure.

« L'eau du lac Kodj-Hissar, dit M. Hamilton, est parfaitement saturée et les poissons ne peuvent y vivre. Si l'aile d'un oiseau vient à effleurer sa surface, elle se durcit immédiatement et pour toujours, par suite de l'incrustation saline qui la recouvre. » (*Transact. of the geol. Soc. of London*, t. V, p. 583.)

« Dans le lac Van, en Arménie, d'après M. de Chancourtois, lors de la fonte des neiges, les poissons s'avancent dans cette petite mer jusqu'à une certaine distance; en tout autre temps, les eaux du lac sont complétement désertes au dire des habitants. » (*Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, t. XXI, p. 4.)

Il paraîtrait que dans le lac Elton, dans le district d'Orenbourg, dont la salure est si grande, il vit néanmoins quelques crustacés.

(2) Il est facile d'en deviner les motifs; cette plage protégée par le voisinage du poste d'irréguliers turcs de Rika (Jéricho) et, mieux encore, par des conventions établies depuis fort longtemps, est demeurée à l'abri des incursions des Bédouins indépendants qui sont campés de l'autre côté du Jourdain. Elle offre ainsi aux nombreux voyageurs et pèlerins qui, chaque année, font une visite au Jourdain et au lac Asphaltite, une sécurité qui ne se retrouve sur aucun autre point du rivage de la mer Morte.

en général, du sud au nord, le long des côtes. Ces contre-courants doivent nécessairement ramener, des régions méridionales de la mer Morte, des eaux plus denses et plus chargées de matières salines que celles du courant principal émané du Jourdain. C'est probablement à ces complications qu'il faut rapporter la cause des différences si notables manifestées par l'analyse entre certains échantillons d'eau recueillis près de l'îlot, à l'extrémité nord-ouest de la mer Morte, où doit arriver un contre-courant latéral, et ceux qui ont été pris en un point du même rivage, plus rapproché de l'embouchure du Jourdain, où l'influence de ce grand courant d'eau douce se fait ressentir.

« Des variations de composition non moins importantes doivent, d'ailleurs, se manifester dans les eaux superficielles de la mer Morte, sous l'influence de causes plus générales. On pouvait aisément prévoir que leur densité croît du nord au sud, malgré l'action régularisatrice des courants, puisque la majeure partie des eaux douces vient du nord, tandis que sur le rivage sud se trouvent des masses salines considérables.

« Il y a encore à ajouter à ces variations celles qui dépendent des saisons.

« Ces considérations suffisent donc pour montrer que l'on ne possédait jusqu'ici que des données fort incomplètes sur la salure superficielle de la mer Morte, et que l'on n'avait aucune notion de la composition des eaux de ce lac aux différentes profondeurs.

« Pour arriver à des conclusions plus certaines à l'égard de la salure de la mer Morte, on devait se livrer à une série de recherches portant, non plus sur un seul point de la surface, mais bien sur les différentes parties de cette nappe d'eau et sur les diverses profondeurs de sa masse.

« L'expédition de M. le duc de Luynes, dont j'eus l'honneur de faire partie, et la construction d'une embarcation spéciale, le *Ségor*, qui devait nous permettre de séjourner plus de 20 jours sur les eaux de la mer Morte, nous facilitaient beaucoup l'accomplissement de cette tâche. M. Daubrée, notre savant professeur du Muséum, en m'encourageant à poursuivre ces recherches, voulut bien me signaler l'appareil dont M. Aimé s'était servi dans ses études sur les eaux de la Méditerranée.

« Cet appareil, peu connu des marins, est cependant fondé sur une idée ingénieuse, et, mieux utilisé, il aurait pu rendre de grands services, notamment dans l'étude des courants sous-marins. Il se compose essentiellement de deux pièces principales, l'*appareil à puiser* et l'*appareil à détente* destiné à faciliter le renversement du premier lorsqu'on est arrivé à la couche d'eau que l'on désire étudier. Le premier de ces appareils se compose d'un tube de fer renfermant une éprouvette pleine de mercure et ajusté à une cuvette conique destinée à recevoir le mercure de l'éprouvette lors du renversement. Cette dernière opération s'effectue au moyen de l'appareil à détente, en lâchant un curseur de plomb qui vient frapper sur un plateau fixé à une tige coudée formant verrou devant l'ouverture d'un cylindre de cuivre dans lequel elle glisse à frottement doux ; l'abaissement de cette tige détermine le détachement de l'appareil à puiser qui décrit une demi-révolution, et se maintient dans la position inverse, grâce à une tige de fer qui le relie à l'appareil à détachement. Le mercure descend dans la cuvette et l'eau le remplace dans l'éprouvette. Tel est l'appareil dont M. Aimé s'est servi dans ses études sur l'eau de la Méditerranée; c'est cet appareil qui a été employé dans nos recherches, et dont on aurait pu généraliser l'emploi en le perfectionnant. C'est cet appareil qui a été employé dans nos recherches. »

Ici M. Lartet donne la description de l'instrument de M. Aimé, qui a servi à retirer de la mer Morte des échantillons à toute profondeur. L'instrument était retiré de la mer avec l'échantillon d'eau recueillie : on prenait la densité de l'eau ; puis on l'introduisait dans un tube de verre terminé par une extrémité effilée, que l'on fermait en la soudant au chalumeau. Ces échantillons ainsi parfaitement mis à l'abri de l'air, étaient mis à part. Rapportées à Paris, les eaux contenues dans ces tubes furent analysées par M. Terral, chimiste du Muséum d'histoire naturelle.

Les résultats des analyses des eaux de la mer Morte, rapportées par les membres de l'expédition scientifique du duc de Luynes, sont contenus dans le tableau qui va suivre et que nous empruntons au mémoire de M. Louis Lartet.

Voici ce premier tableau, page 650.

Ce tableau donne le résultat des analyses quantitatives de trois échantillons de l'eau de la mer Morte recueillis à la surface, dans la partie septentrionale, moyenne et méridionale de cette mer. On y trouve ensuite l'analyse de l'eau de la mer Morte recueillie à l'aide de l'appareil de M. Aimé, à 20 mètres, à 42 mètres, 120 mètres, 200 mètres, et 300 mètres de profondeur.

Tableau des analyses quantitatives des eaux recueillies en différents points de la surface de la mer Morte et à diverses profondeurs.

INDICATION DES POINTS où ont été recueillies les eaux.	PROFONDEUR en mètres.	RÉSIDU salin, etc.	EAU.	DENSITÉ à + 15°.	CHLORE.	BRÔME.	ACIDE sulfurique.	MAGNÉSIUM.	SODIUM.	CALCIUM.	POTASSIUM.	SILICD.
En mer, en face et près du ras Dale, vers le milieu de la longueur de la mer Morte...	surface.	27.078	972.922	1.0216	17.628	0.167	0.202	4.197	0.885	2.150	0.474	0.000
Lagune, au N. du Djebel-Usdom, à l'extrémité S.-O. de la mer Morte.............	surface.	47.683	952.317	1.0375	29.826	0.835	0.676	3.470	7.845	4.481	0.779	traces
Près de l'ilot, à l'extrémité N.-O. de la mer Morte	surface.	205.789	794.211	1.1647	126.521	1.568	0.494	25.529	22.400	9.094	1.547	traces.
En mer, à 5 milles à l'E. du Wady-Mrabba.	20m	204.311	795.689	1.1877	145.543	3.204	0 362	29.881	13.113	11.47[illegible]	1.520	»
En mer, près du ras Mersed...............	42m	260.994	739.000	1.2151	165.443	4.834	0.447	41.004	24.786	3.693	2.421	»
En mer, à 5 milles à l'E. du ras Feschkah..	120m	262.648	737.352	1.2225	166.340	4.870	0.451	41.306	25.071	3.704	3.990	»
Id..	200m	271.606	728.394	1.2300	170.425	4.385	0.459	42.006	25.107	4.218	4.503	»
En mer, à 5 milles à l'E. du Wady-Mrabba	300m	278.135	721.865	1.2563	174.985	7.093	0.523	41.428	14.300	17.269	4.386	»

Les chiffres correspondent à 1000 parties en poids, et non à 1 litre d'eau.

Ce qui frappe dans ces analyses, c'est l'augmentation extraordinaire de salure à mesure que l'eau est plus profonde. Tandis que le résidu salin est de 27 grammes seulement à la surface (1re ligne du tableau), il est de 278 grammes à la profondeur de 300 mètres.

M. Louis Lartet a réuni dans un second tableau les résultats de l'analyse chimique de différents échantillons de l'eau de la mer Morte dans lesquels on ne s'est attaché qu'à doser le brôme et la potasse, les deux substances qui intéressent l'industrie. La profondeur à laquelle chaque échantillon a été recueilli est consignée dans ce tableau. On est aussi frappé de l'augmentation extraordinaire de la quantité de brôme, dont la proportion croît à peu près régulièrement de la surface au fond, où elle atteint le chiffre considérable de 7 grammes par kilogramme d'eau. Il y a donc dans l'eau de la mer Morte beaucoup plus de brôme que ne l'avaient fait supposer les analyses de M. Boussingault.

Voir ce second tableau page 651.

Quelle est la cause de la salure de l'eau de la mer Morte? C'est une question qui n'est pas encore bien résolue. Il existe aux bords mêmes de la partie méridionale de la mer Morte, de véritables collines de sel, et la base de ces amas de sel aboutit à la plage de la mer Morte et semble s'y tremper. Il serait donc tout naturel de penser que telle est la source de la salure de cette mer. Mais M. Lartet établit que cette croyance serait mal fondée. Le sel gemme des collines de *Djebel-Usdom* n'a aucunement diminué dans sa masse, et ne cède aucune partie de sa substance. D'un autre côté, il y a dans l'eau de la mer Morte des sels de magnésie, des bromures, des sels de potasse, que ne pourrait fournir le gisement salin de Djebel-Usdom. Enfin le Jourdain n'apporte aucune substance saline propre. M. Louis Lartet conclut que c'est à des sources souterraines, chargées de sels de magnésie, de chlorure de sodium, de bromures et de potasse, sources encore inconnues et inaccessibles, qu'il faut attribuer la cause de cette salure. Une évaporation très-prolongée des eaux qui n'ont aucun écoulement, a considérablement accru le degré de salure de cette eau, la plus chargée de sels de toutes celles qui existent sur le globe.

Tableau des densités et de la richesse en brôme et en potasse des eaux de la mer Morte.

INDICATION DES POINTS où ont été recueillies les eaux.	ÉPOQUES du puisage.	PROFONDEURS en mètres à partir de la surface.	DENSITÉS prises sur les lieux, la température variant de 20 à 30°.	DENSITÉS prises au laboratoire, à la température de 15°.	RÉSIDU salin sec.	BRÔME.	POTASSE ANHYDRE.
En mer, à l'embouchure du Jourdain.............	2 avril 1864.	surface.	1.000	1.085	24.182	0.486	5.070
En mer, à l'embouchure du Wady-Mojele..........	29 mars —	surface.	»	1.1150	146.336	3.590	3.875
A l'extrémité N.-O. de la mer Morte près de l'ilot.	1er avril —	surface.	»	1.1647	205.789	4 568	3 822
En mer, à 5 milles à l'E. du ras Feschkah.........	15 mars —	surface.	1.161	»	»	»	»
—	Id.	120	1.225	1.2225	262.648	4.870	2.990
—	Id.	200	1.230	1.2300	271.606	4.385	5.426
—	Id.	280	1.230	»	»	»	»
En mer, à 2 mille à l'E. d'Aïn-Ghuwier...........	16 mars —	surface.	1.161	»	»	»	»
—	Id.	140	1.228	1.2280	256.010	4.463	»
—	Id.	240	1.229	1.2320	276.989	4.456	5.984
En mer, à 4 milles à l'E. d'Aïn-Ghuwier (en face du Wady-Zerka Main)...........................	16 mars —	surface.	1.162	»	»	»	»
—	Id.	20	1.190	»	»	»	»
—	Id.	40	1.203	»	»	»	»
—	Id.	60	1.220	»	»	»	»
—	Id.	80	1.229	»	»	»	»
En mer, à 5 milles à l'E. du Wady-Mrabba........	18 mars —	surface.	1.162	»	»	»	»
—	Id.	20	1 180	»	»	»	»
—	Id.	40	1 222	»	»	»	»
—	Id.	60	1.227	1.2310	273.572	4 751	5.250
—	Id.	80	1.230	1.2340	274.643	4.411	5.913
—	Id.	300	1.230	1.2563	278.135	7 093	5.285
En mer, en face et près du ras Dale	30 mars —	surface.	»	1.0216	27.078	0.167	0.192
En mer, en face et près du ras Mersed............	19 mars —	42	1.214	1.2151	260.994	4.834	2.868
En mer, dans le canal, entre le ras Senin et la pointe méridionale de la Liçau...................	23 mars —	surface.	1.162	»	»	»	»
—	Id.	»	1.166	1.1700	210.366	2.662	»
En mer, près du Djebel-Usdom....................	24 mars —	surface.	1.165	1.1740	209.151	2.633	4.331

La forte proportion de bromure de sodium que renferme l'eau de la mer Morte, a suggéré à quelques spéculateurs l'idée de se transporter sur ses rives, pour en extraire le brôme, ce corps simple découvert par M. Balard, et dont les sels ont trouvé, de nos jours, divers emplois, d'abord dans les opérations de la photographie, et plus récemment en médecine. Il serait curieux de voir l'industrie chimique aller s'établir sur les bords de ce lac de la Palestine que recommandent tant de souvenirs de la religion et de l'histoire ; mais jusqu'ici l'insalubrité de ces parages, jointe aux dispositions peu sympathiques des populations musulmanes, ont empêché de donner suite à cette idée. Un jour viendra peut-être où la mer Morte, considérée comme l'eau minérale par excellence, par suite de sa richesse en bromure et chlorure de sodium, sera le rendez-vous de tous les malades de l'univers ; mais ce jour ne paraît pas très-rapproché.

CHAPITRE XVII

LES DIVERS EMPLOIS DU SEL MARIN — SON USAGE DANS L'ÉCONOMIE DOMESTIQUE.

Nous avons maintenant à étudier les principaux emplois du sel marin. Nous envisagerons successivement ses applications,

1° A l'économie domestique ;

2° A l'industrie ;

3° A l'agriculture.

EMPLOI DU SEL MARIN DANS L'ÉCONOMIE DOMESTIQUE.

D'après des relevés récents, la répartition des sels français entre leurs divers débouchés, a présenté, pour la période de 1861 à 1865, les résultats suivants :

La consommation alimentaire a absorbé 68 pour 0/0 de la récolte totale,

La soude et les produits chimiques, 15 pour 0/0,

Les salaisons, 7,9 pour 0/0,

L'exportation, 16,3 pour 0/0.

Nous examinerons dans ce chapitre, l'emploi du sel marin dans l'économie domestique, le plus important de ses débouchés, d'après le relevé que nous venons de citer.

L'emploi du sel marin dans l'économie domestique est connu de tous. Le sel est mêlé à nos aliments, et là se trouve la grande source de sa consommation. Mais il existe chez les savants une opinion qui nous paraît mal fondée quant au rôle de cette substance. On lit dans tous les ouvrages de chimie, d'hygiène et de médecine, que le sel marin est indispensable à la vie, au même titre que l'eau et l'air ; si bien que priver de sel une réunion d'hommes c'est les vouer à la mort. On fait remarquer, à l'appui de cette assertion, qu'il existe dans nos liquides du chlorure de sodium, ou du moins ses éléments, c'est-à-dire la soude et le chlore. De là, dit-on, l'impérieux besoin, pour l'économie animale, de remplacer le chlorure de sodium à mesure que les excrétions en privent les organes.

Nous ne croyons pas que le chlorure de sodium soit nécessaire à l'homme et aux animaux, comme corps constituant de nos tissus. Il ne nous semble pas que ce soit à titre de substance assimilable que notre corps réclame l'usage habituel du sel marin. Le sel marin est tout simplement un condiment, c'est-à-dire un excitant de la digestion. Ce condiment est nécessaire sans aucun doute, indispensable, si on le veut, à l'exercice de la fonction digestive, et indispensable à ce point que sa privation entraînerait des digestions imparfaites, vicieuses, une assimilation insuffisante, d'où résulteraient des maladies, et enfin la mort; mais il n'est rien autre chose qu'un condiment, un excitant. Si, au lieu d'avoir à notre disposition ce condiment économique que la nature met, pour ainsi dire, sous notre main, nous trouvions, dans les mêmes conditions, de la moutarde, du vinaigre, du poivre, du bétel, ou tout autre excitant culinaire, nos savants auraient déclaré la moutarde, le vinaigre, le poivre, le bétel aussi indispensables à la vie que l'air et l'eau; et peut-être quelque chimiste eût-il doctoralement démontré qu'il existe de la moutarde dans notre sang, du vinaigre dans nos os, et qu'il est dès lors impérieusement prescrit de remplacer cette substance dans notre économie, à mesure qu'elle disparaît.

A nos yeux, le sel marin n'est donc rien autre chose qu'un agréable et utile excitant de la digestion. Cette assertion est, nous le savons, de nature à choquer l'opinion reçue, d'autant plus que cette opinion remonte, comme nous allons le dire, aux premiers temps de la civilisation humaine. Les anciens ne raisonnaient pas scientifiquement leurs impressions, et chez eux, l'imagination allait vite pour rendre hommage à ce qui paraissait bon et utile.

C'est sous le bénéfice de ces réflexions que nous allons rapporter les témoignages du véritable culte que les anciens avaient voué au sel.

Les Grecs plaçaient le sel au rang des choses consacrées aux Dieux. Homère et Platon appellent le sel un *objet divin*.

Chez ces mêmes Grecs, au commencement de chaque repas, on offrait le sel aux Dieux, en les remerciant de leurs bienfaits. L'oubli

de la salière dans le service de la table, une salière renversée pendant le repas, un convive qui s'endormait avant que le sel eût disparu de la table, pour faire place au dessert, étaient autant de présages funestes.

Il va sans dire que ces mêmes préjugés subsistent de nos jours. Pour les bonnes gens de notre époque, la salière renversée sur la table est une chose d'un aussi mauvais augure qu'elle l'était au temps d'Homère et de Platon. Le paganisme nous a légué ses superstitions, et nous les léguerons soigneusement à nos neveux, tant les absurdités sont chères à l'esprit humain!

Chez les écrivains latins, le mot *sel* est le symbole de la raillerie, d'un mot piquant, d'une plaisanterie, de l'enjouement, de l'habileté ou de la finesse. *Salem habere*, dit Térence, pour exprimer qu'un auteur a du mordant dans son style. *Sel attique* était synonyme de l'esprit d'un Athénien ou d'un habitant de l'Attique. *Quidquid loquitur sal merum est*, dit un poëte comique latin, Afranius (tout ce qu'il dit est une raillerie amère). *Sal nigrum*, dit Horace (raillerie noire et mordante). *Suffusi felle sales*, dit Ovide (railleries pleines de fiel).

Le sel, chez les Romains, était donné aux nouveau-nés, comme signe de sagesse : *Sal sapientiæ*. Le sel était donc l'eau lustrale des païens. Le mot salaire (*salarium*) vient du mot *sal;* il était le symbole d'une rémunération noble et légitime, consistant en mesures de sel accordées en retour d'un service rendu.

Chez les anciens, le sel servait aux opérations des devins, qui observaient les mouvements que faisaient les chairs des animaux du sacrifice, quand on les avait couvertes d'une couche de sel.

C'est en statue de sel que le Dieu des Juifs change la femme de Loth, pour la punir de son défaut de sagesse et de sa curiosité.

Avoir mangé ensemble le pain et le sel était autrefois un titre aux prérogatives de l'hospitalité, une garantie contre l'inimitié ou la discorde. Esdras rappelle au roi d'Assyrie que « les Juifs ont mangé le sel dans le palais d'Artaxerxe (1). »

Ainsi, le sel était chez les peuples anciens une production hors ligne, une espèce de symbole sacré. Les modernes ont conservé une partie de cette tradition antique. Pour nous, le mot sel est toujours synonyme de gai, enjoué ou malin. Un discours *plein de sel*, un couplet *salé*, voilà des expressions de vocabulaire courant, qui prouvent que nous conservons dans le langage et dans l'esprit les traditions de l'antiquité grecque et latine.

L'expression de *sel attique* subsiste dans notre langue, pour caractériser une production spirituelle.

Il est de sel, de *sel attique* assaisonné partout
Et vous le trouverez, je crois, d'assez bon goût,

dit Molière.

Qu'un monsieur Turcaret savoure en se pâmant
De ses mots à *gros sel* le stupide enjouement,

dit le poëte Lebrun.

Sous un ombrage frais, on le voit avec grâce
Rire avec ses amis, et mêler à propos
Un peu de *sel attique* avec quelques bons mots,

dit Grécourt.

On lit dans Saint-Évremond :

« Le sel de Juvénal est trop piquant; le sel de Plaute est rude et grossier; celui de Térence est plus délicat et mieux préparé. »

Le même auteur dit ailleurs :

« La raillerie est un sel qui rend la conversation moins fade et lui donne un goût plus piquant. »

Le sel étant indispensable à notre existence, parce qu'aucun autre condiment naturel n'est à notre portée, il ne faut pas être surpris de voir tous les peuples, même les plus sauvages, mêler du sel à leurs aliments. Plutarque nomme le sel le « condi-

(1) Liv. IV, ch. IV, 15

ment par excellence ; » il recommande de le mêler à tous les aliments. Pline le déclare indispensable à la vie, et veut qu'on le mange comme un mets, avec le pain.

Les premiers Européens qui arrivèrent dans le Nouveau-Monde, trouvèrent que le sel constituait la principale, sinon l'unique branche de commerce, parmi les tribus de ce pays lès plus riches et les plus avancées dans la civilisation.

On sale le pain chez tous les peuples ; et dans les provinces maritines, on emploie souvent l'eau de mer pour pétrir le pain.

Chez les moines chartreux du Moyen âge, on ne salait pas le pain ; mais c'était par mortification chrétienne. Néanmoins, dans certains jours de pénitence, où la règle imposait le régime unique du pain et de l'eau, l'Église permettait l'usage du pain salé. Nous pensons que cet adoucissement avait été imposé par la force des choses, ou par cette remarque, avérée, qu'un régime alimentaire se bornant à du pain non salé, était une espèce d'empoisonnement.

Haller, dans sa *Physiologie*, cite, à la vérité, des peuples sauvages qui ne connaissaient pas le sel ; mais les aliments qui servaient à leur nourriture devaient contenir naturellement une certaine quantité de chlorure de sodium.

Du reste, le besoin d'un excitant de la digestion n'est pas exclusif à l'homme ; les animaux le partagent. Quand un troupeau de moutons passe sur les bords d'une eau chargée de sel marin, quand il arrive vers une muraille présentant des efflorescences salées, y passerait-il vingt fois dans la journée, il se dirigera chaque fois vers la source minérale, vers l'efflorescence saline. En Amérique, dans les états de l'Ohio, d'Indiana, de Kentucky, on cherche les sources salées et les gîtes salifères en suivant les pistes que les bandes de buffles ont laissées sur les sentiers qui y conduisent.

La chèvre est si friande de sel qu'on lui donna chez les anciens l'épitaphe de *salax*, parce qu'elle avait, dit-on, révélé à l'homme l'existence et les propriétés du sel.

Ici se présente une question intéressante. Quelle est la quantité de sel qu'un homme consomme par jour? C'est là un problème qui a beaucoup préoccupé les économistes, à l'époque où la question du sel était vivement discutée en France. Des recherches statistiques très-minutieuses furent entreprises à cette époque, de sorte que nous savons aujourd'hui fort exactement la quantité de sel que consomme par an, une personne prise en un point quelconque de l'Europe.

En ce qui concerne la France, un économiste immortel, Necker, dans son célèbre ouvrage sur la *Richesse territoriale de la France*, avait fixé à 5 kilogrammes par an, la consommation du sel par chaque habitant de la France. De son côté, l'illustre Lavoisier, par ses recherches personnelles, était arrivé à peu près au même chiffre.

Vauban, dans sa *Dîme royale de* 1708, évalue la consommation du sel en France à $3^{kil},53$ par tête. Gay-Lussac, dans son *Rapport* fait en 1838, à la *Chambre des Pairs*, à propos d'une loi proposée pour la réduction de l'impôt du sel, évalue à 6 kilogrammes par tête la consommation du sel en France ; et il donne un chiffre de 3 à 6,8 kilogrammes comme les moyennes de la consommation individuelle du sel dans les royaumes de Saxe, Wurtemberg, Autriche, Piémont et Belgique.

En 1870, parut un rapport remarquable sur l'*Emploi du sel en Angleterre*, adressé au Ministre de l'agriculture et du commerce, par le savant naturaliste, Milne-Edwards. On trouve très-minutieusement relevés, dans ce travail, les chiffres de la consommation individuelle du sel, tant en France qu'en Angleterre, en Belgique et autres pays.

A Paris, d'après M. Milne-Edwards, la consommation du sel est de :

6 kilogrammes 500 grammes, pour un homme adulte ;

4 kilogrammes 500 grammes, pour une femme ;

2 kilogrammes 500 grammes, pour les enfants et les jeunes gens des deux sexes.

Voici sur quelles observations et quels calculs s'appuie l'auteur.

A l'hospice de la Salpêtrière, qui n'est habité que par des femmes, la consommation individuelle est, par année, de 3 kilogrammes 22 grammes. A l'hospice de Bicêtre, qui n'est habité que par des hommes, la consommation de sel n'est que de 5 kilogrammes 21 grammes.

Si on ajoute le sel qui entre dans les aliments et le pain, on trouve 4 kilogrammes 25 grammes pour la consommation de l'hospice de la Salpêtrière, et 6 kilogrammes 51 grammes pour celui de Bicêtre.

Dans d'autres établissements, où le bien-être est plus grand, chaque individu étant pensionnaire de l'État, à l'hospice de Sainte-Périne, à celui des Ménages et à celui de Larochefoucault, la consommation a été trouvée de 5 kilogrammes 50 grammes, par an et par individu.

Enfin, à l'Hôtel des Invalides, on a trouvé comme consommation annuelle (en réunissant le sel de la table et celui de la boulangerie) que la consommation annuelle est de 6 kilogrammes 830 grammes.

Pour les enfants, la quantité de sel consommé est plus faible, comme il fallait s'y attendre. M. Milne-Edwards a trouvé qu'au collége Henri IV, la consommation est, pour chaque enfant, de 2 kilogrammes 66 grammes, par an.

C'est en réunissant tous ces chiffres, que M. Milne-Edwards a établi que la quantité de sel consommée à Paris, dans une année, est, comme on l'a dit plus haut, de 6 kilogrammes 1/2 pour un homme, de 4 kilogrammes 1/2 pour une femme, et de 2 kilogrammes 1/2 pour un enfant.

Les renseignements empruntés à la statistique, confirment cette évaluation.

En 1825, 1826 et 1827, il entra dans la ville de Paris, terme moyen 3,774,631 kilogrammes de sel, par an. Or, d'après le recensement fait en 1826, la population de Paris était, à cette époque, de 882,941 âmes. La part qu'il faut attribuer à chaque individu était donc d'environ 4 kilogrammes 500 grammes, c'est-à-dire précisément la ration à laquelle M. Milne-Edwards est arrivé par l'observation directe.

M. Milne-Edwards s'est livré à une enquête du même genre pour l'Angleterre. Voici le résultat de ses recherches.

A Birmingham, M. Watt, le fils du célèbre constructeur James Watt, ayant fait le relevé de la consommation des ouvriers, dans son usine de Soho, trouva que la consommation individuelle et annuelle était (en réunissant le sel de la table, celui du pain et celui des aliments) de 4 kilogrammes 500 grammes. A l'école municipale de Birmingham chaque enfant consommait par an 3 kilogrammes de sel.

La même détermination faite dans une maison de refuge de la Cité de Londres, donna, pour chaque pensionnaire, 5 kilogrammes 60 grammes.

Dans un hôpital de vieux matelots entretenus aux frais de l'État, à Bristol, la consommation est de 5 kilogrammes 200 grammes par an. A Portsmouth, dans un établissement semblable, elle est de moins de 5 kilogrammes par individu. Dans la maison de refuge de Penzance, M. Milne-Edwards a constaté qu'en 1846 la consommation totale de sel correspondait à 6 kilogrammes 500 grammes par adulte. A Falmouth, elle était de 5 kilogrammes 670 grammes; à Chichester, elle a atteint 7 kilogrammes 600 grammes, et dans la prison de Newcastle, elle peut être évaluée à 6 kilogrammes 500 grammes, tou-

jours y compris le sel de la boulangerie. Enfin, M. Milne-Edwards a constaté qu'à l'école de charité de Norwood, près de Londres, la part de chaque enfant est d'environ 4 kilogrammes 800 grammes par an.

Il résulte de tous ces chiffres que la quantité de sel employée pour l'alimentation de l'homme est un peu plus forte en Angleterre



Fig. 386. — Milne-Edwards.

qu'en France; mais la différence est loin d'être aussi considérable que l'avaient supposé quelques économistes. Effectivement M. Milne-Edwards admet qu'en Angleterre la ration annuelle d'un homme adulte ne dépasse pas, terme moyen, 8 kilogrammes, celle d'une femme adulte 6 kilogrammes et celle d'un enfant âgé de moins de 17 ans 4 kilogrammes.

En résumé, et d'après toutes les données recueillies par M. Milne-Edwards, la consommation humaine serait pour l'Angleterre, et en ne tenant compte ni de l'âge, ni des sexes, terme moyen, d'environ 5 kilogrammes 500 grammes par individu.

M. Milne-Edwards a fait les mêmes recherches pour l'Écosse.

D'après les relevés des registres de la prison de Glascow, la consommation réelle de chaque individu n'a pas dépassé 8 kilogrammes et demi par homme.

Dans les *maisons de refuge* d'Édimbourg, où la population se compose d'adultes des deux sexes, la consommation était de 5 kilogrammes 35 grammes, pour la table, les aliments et le pain. Dans la grande école de garçons, fondée à Édimbourg par Hériot, la consommation par élève est de 6 kilogrammes 100 grammes, tout compris.

Le résultat de ces évaluations est que la ration moyenne du sel pour les habitants d'Écosse peut être évaluée à 6 kilogrammes et demi.

Quant à l'Irlande, la consommation du sel paraît être moins grande qu'en Écosse, mais un peu plus élevée qu'en Angleterre. Ainsi, dans les *maisons de refuge* de Dublin et de Cork, on consommait, en 1846, environ 7 kilogrammes de sel par individu adulte. Pour les enfants la quantité est moindre, comme d'ordinaire.

M. Milne-Edwards croit être très-rapproché de la vérité, en estimant que la moyenne générale de la consommation du sel en Irlande, est de 6 kilogrammes par habitant.

On voit que dans la Grande-Bretagne, la consommation du sel dépasse, d'une manière sensible, celle de la France. M. Milne-Edwards explique cet excédant de consommation par un gaspillage, qui tient aux habitudes de la table en Angleterre, et par l'usage qui existe dans les cuisines, d'employer le sel marin pour récurer les ustensiles de cuivre, et pour aviver le feu de braise dont on se sert pour cuire la viande. En France, les aliments sont, d'ordinaire, convenablement salés avant d'être servis, et la salière n'est jamais d'un grand usage. Les cuisiniers anglais, au contraire, salent fort peu les ali-

ments pendant leur préparation ; c'est presque entièrement à l'aide du sel posé sur la table qu'on relève leur saveur. A cet effet, les assiettes anglaises portent un bord concave, destiné à recevoir le sel. Il résulte de cette habitude que le consommateur prend sur son assiette beaucoup plus de sel qu'il ne peut en employer ; de là un certain gaspillage. Si l'on faisait ramasser, après le dîner, tout le sel qui reste sur les assiettes des convives, on reconnaîtrait qu'il s'en perd ainsi 2 à 3 grammes par repas.

Nous possédons, pour les principaux pays de l'Europe, des évaluations du même genre. Nous en donnerons les résultats en un mot.

En Belgique, la consommation générale du sel est évaluée à 6 kilogrammes 120 grammes, par individu.

En Autriche, elle paraît être de 6 kilogrammes 900 grammes.

En Piémont, dans les royaumes de Saxe et de Wurtemberg, elle est de 6 kilogrammes 8 grammes.

En Espagne, elle est de 6 kilogrammes ; en Prusse, de 9 kilogrammes ; en Danemark, de 9 kilogrammes, etc.

Le lecteur trouvera peut-être que ces résultats statistiques n'ont qu'un médiocre intérêt, et que cette recherche de la quantité de sel consommée en un an par chaque individu, ressemble un peu à l'ordonnance citée par Chicaneau, dans les *Plaideurs*, de Racine :

Ordonné qu'il sera fait rapport à la Cour
Du foin que peut manger une poule en un jour (1).

Les déterminations qui viennent de nous occuper ont une portée plus sérieuse. A l'époque où l'on discutait, avec une extrême vivacité, tant en France qu'en Angleterre, la question de l'abolition ou de la réduction de l'impôt du sel, on avait intérêt à bien fixer la quantité de sel consommée par chaque personne, en différents pays, afin d'établir exactement ce que chacun payait à l'État, du chef de cet impôt. Les chiffres que nous venons de rapporter, servirent à prouver ce fait important, qu'en admettant un impôt de 10 pour 100 sur le sel, vendu 20 centimes le kilogramme, chaque personne, en France, ne payait à l'État qu'une redevance de 1 fr. 60 cent. pour le sel qu'elle consommait en un an. Il n'existe pas, on le voit, d'impôt plus léger, dans la vaste série des substances imposées ou imposables.

(1) Acte I, scène VII.

CHAPITRE XVIII

LES EMPLOIS DU SEL DANS L'INDUSTRIE DES PRODUITS CHIMIQUES ET DANS LES SALAISONS DE VIANDES ET DE POISSONS.

Après l'emploi du sel dans l'économie domestique, vient, d'après l'ordre d'importance, son emploi dans l'industrie des produits chimiques.

C'est surtout pour la fabrication de la soude que le sel marin est consommé par les fabricants de produits chimiques, et la fabrication de la soude entraîne en France une consommation annuelle de 50 millions de kilogrammes de sel (50,000 tonnes).

En Angleterre, la consommation du sel marin pour la fabrication de la soude, est d'environ 113 millions de kilogrammes, (113,000 tonnes) quantité vraiment énorme. L'Angleterre l'emporte de beaucoup sur nous, par la quantité de soude qu'elle produit, et dont elle alimente tous les marchés du monde.

Après les immenses quantités de sel marin qu'absorbe la fabrication de la soude, en différents pays, les autres emplois industriels du chlorure de sodium pâlissent singulièrement. Nous ne pouvons cependant

nous empêcher de citer les emplois secondaires que cette substance trouve dans l'industrie. Disons donc que le sel marin est employé dans l'industrie chimique :

1° Pour la préparation de tous les chlorures, soit directement, comme pour les chlorures de mercure, soit indirectement, comme pour les chlorures doubles d'aluminium et de sodium;

2° Pour la préparation du chlore et des chlorures décolorants;

3° Pour l'amalgamation de l'argent, c'est-à-dire pour l'extraction de l'argent de ses minerais, au Mexique;

4° Pour la préparation des mélanges réfrigérants, dans les glacières dites *des familles*, uni au sulfate de soude;

5° Pour le mouillage des tabacs;

6° Pour la construction des aréomètres pèse-sels, dits de Baumé.

Après son emploi dans l'industrie chimique, la grande application du sel marin, c'est la conservation des matières alimentaires. Le chlorure de sodium jouit de la propriété de s'opposer à la putréfaction des matières animales. Cette vertu conservatrice n'est pas encore bien expliquée, au point de vue scientifique. On lit dans tous les ouvrages de chimie, que le sel marin empêche la putréfaction, en s'emparant de l'eau que contiennent les tissus, eau qui est indispensable au développement de la fermentation putride. Cette explication nous paraît insuffisante, car le sel marin n'est pas très-avide d'eau; on sait qu'il n'est pas hygrométrique. D'ailleurs, comme le sel reste à la surface des matières animales, l'eau n'est pas, à proprement parler, enlevée à la substance organique. Il y a certainement là un autre effet chimique qui n'est pas expliqué. Beaucoup de sels neutres, comme le salpêtre, le sel ammoniac, conservent la matière animale tout aussi bien que le sel marin, et ils ne sont pas très-avides d'eau, car ils ne sont nullement hygrométriques.

Quoi qu'il en soit, le sel marin a la propriété de préserver de la putréfaction les substances végétales et animales. Ce privilége ne lui est point, d'ailleurs, spécial, car d'autres sels, tels que l'azotate de potasse, l'azotate de soude, l'acétate de potasse, les silicates alcalins, etc., ont la même propriété. Seulement, comme le sel marin se trouve avec une prodigieuse abondance dans la nature, et qu'il n'exerce aucune action malfaisante sur l'économie animale, c'est à cet agent chimique que tous les peuples anciens et modernes ont eu recours pour la conservation des matières alimentaires. Les viandes et les poissons sont les substances alimentaires que l'on conserve au moyen du chlorure de sodium.

Bien que ce soit chose fort simple que de saler une viande pour la conserver, cette opération nécessite pourtant des soins minutieux. Il faut commencer par diviser les viandes en tranches, ou en morceaux de peu d'épaisseur, puis les rouler dans le sel, ou les frotter vivement avec de la saumure sèche. On place ensuite dans des barils ou dans des vases de terre ou d'autre matière, des couches de cette viande salée, que l'on sépare par autant de couches de sel. Le tout est recouvert d'un dernier lit de sel; puis on comprime fortement la masse, pour qu'il n'y ait point d'interstice intérieur; enfin on ferme avec le plus grand soin le vase ou le baril, pour empêcher l'accès de l'air.

La viande de porc est la seule que l'on prépare pour la conservation dans les ménages. On appelle *lard* la viande du porc salée avec sa graisse, et *petit salé* la viande maigre. Le *jambon* est la cuisse du porc salé. En Angleterre, les jambons d'York, en Allemagne, celui de Westphalie, en France, ceux de Bayonne, sont les plus estimés. On sale,

dans ces mêmes pays, beaucoup de langues de bœuf.

Au sel marin, comme corps antiseptique, on ajoute souvent un autre agent de conservation : on expose les viandes à la fumée des bois plus ou moins résineux. Comme la fumée renferme de grandes quantités de créosote, ou pour mieux dire, d'acide phénique, la propriété antiseptique de l'acide phénique s'ajoutant à celle du chlorure de sodium, constitue un ensemble essentiellement conservateur.

L'art de fumer les viandes salées est fort simple. Il consiste uniquement à exposer, pendant près d'un mois, les viandes dépecées et salées, dans une chambre, où l'on fait arriver la fumée produite par un feu de copeaux de hêtre ou de bouleau. La viande de bœuf fumée et les langues de bœuf fumées à Hambourg, en Allemagne, sont aujourd'hui particulièrement recherchées.

Dans beaucoup de contrées de l'Amérique centrale, et surtout dans les vastes plaines de la Plata, de la Bolivie, de Buénos-Ayres, ainsi que dans plusieurs États de l'ouest des États-Unis, il existe d'immenses troupeaux de bœufs et d'autres animaux vivant en liberté. Depuis longtemps les habitants de ces contrées chassent les animaux sauvages, les tuent et les dépouillent de leur peau. Ils jettent la viande, comme étant d'une conservation trop difficile, et ne retiennent que la peau, qui est salée, roulée, et expédiée en Europe, pour en fabriquer des cuirs.

On s'est longtemps contenté de cet expédient barbare, qui consistait à tuer des animaux, pour jeter leur viande et n'utiliser que leur peau. Ensuite est venue l'idée d'employer cette viande, à faire avec l'eau pure, un bouillon qui évapore, constituant un *extrait de bouillon*. C'était une manière de tirer un certain parti de la chair des bœufs sauvages; mais ce mode d'exploitation de la chair des animaux est bien insuffisant, car il faut des quantités énormes de viande pour produire d'insignifiantes quantités d'extrait.

Le chimiste allemand, Justus Liebig, mort le 20 avril 1873, n'avait pas craint d'abriter de son nom, cette industrie, toute mercantile. Grâce à ce patronage du chimiste allemand, l'*extrait de viande de Liebig* a joui pendant dix ans, d'une grande faveur, et s'est vendu en quantités prodigieuses. On a fini cependant par reconnaître que l'*extrait de viande* n'est qu'une assez ridicule denrée. D'abord, son action nutritive est à peu près nulle. Elle ne peut être, en effet, autre chose que celle du bouillon de viande lui-même. Or, le bouillon est un tonique agréable, mais n'a presque aucune action nutritive. Une bouchée de pain remplace avec avantage 30 grammes d'*extrait Liebig*, qui coûtent cent fois plus cher. D'aucuns ont même prétendu, et démontré par des expériences faites sur des animaux, que cette prétendue matière nutritive peut agir comme poison, en raison de la grande quantité de sels alcalins qu'elle renferme.

Mais le plus grand reproche que l'on soit en droit d'adresser à l'invention du chimiste allemand, c'est qu'elle prête trop facilement à la fraude. Donnez-moi un peu de gélatine, un peu d'albumine du sang, un peu de sel et un peu de roux de cuisine, je vous composerai un *extrait Liebig* très-présentable, qui vaudra celui que débitent les épiciers dans leurs petites boîtes, et où la ménagère ne verra.... que du bouillon.

C'est donc avec raison que l'*extrait Liebig* est aujourd'hui à peu près abandonné. Les habitants des plaines du Texas, de la Plata et de Buénos-Ayres ont trouvé un moyen plus rationnel de tirer parti de la viande de leurs bœufs sauvages. Ils se sont appliqués à perfectionner leurs procédés de salaison ; ils ont ajouté l'enfumage à l'action antiseptique du sel marin, et ils ont fini par tirer parti, de cette manière, des viandes des

animaux qui, autrefois, étaient perdues. Aujourd'hui, dans la seule ville de Chicago, dans les États-Unis d'Amérique, on tue et on sale plus de 500,000 porcs et de 100,000 bêtes à cornes chaque année.

Il y a à Chicago, deux périodes pour les salaisons, celle d'hiver et celle d'été. La salaison d'été a peu d'importance et n'est guère destinée qu'à fournir aux pêcheurs de morue la provision de viande qui leur est nécessaire pendant leur campagne dans les parages de Terre-Neuve. Les salaisons d'hiver sont plus importantes. Elles commencent au mois de novembre, et durent tout

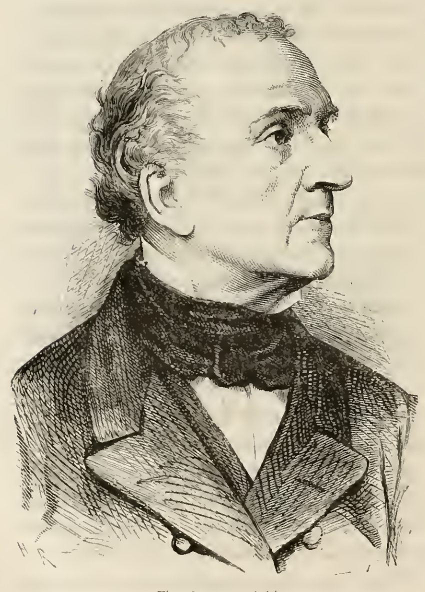


Fig. 387. — Liebig.

l'hiver. On trouve aujourd'hui à Chicago d'immenses usines dans lesquelles les porcs, amenés par troupeaux énormes, sont abattus, et dépecés au moyen de procédés purement mécaniques, puis salés et expédiés en Europe. Plusieurs centaines de porcs, et autant de bêtes à cornes sont ainsi dépecés, salés et embarillés en un jour.

Dans son ouvrage sur *les États-Unis d'Amérique*, M. Oscar Commettant a donné la description d'une usine située dans les environs de la ville de Brooklyn (1) et dans laquelle on se sert exclusivement d'appareils mécaniques pour égorger, dépecer et saler les porcs. Dans cet établissement, qui offre une des plus singulières applications de la mécanique, on abat et dépèce chaque jour une centaine de ces animaux.

« L'usine de M. Boviello, dit M. Oscar Commettant, se compose de quatre grands corps de bâtiments rattachés tous par des ponts suspendus. Plus loin, comme des plaines vivantes que va bientôt faucher la dévorante machine, sont parqués d'innombrables troupeaux de porcs appartenant à différents propriétaires, qui les apportent à cette usine comme on apporte du blé au moulin pour le moudre.

« A un signal du mécanicien en chef, on lève une bascule qui communique avec l'entrée d'un premier compartiment de la machine appelée l'égorgeoir, et l'opération de destruction commence. Les cochons, très-serrés l'un contre l'autre, voyant une issue, se précipitent dans ce corps de bâtiment jusqu'à un couloir étroit, où ils ne peuvent passer qu'un à un. Arrêtés là un instant, ils ont le cou traversé par d'énormes couteaux mus par la vapeur comme tout le reste de la machine. Le cochon, égorgé en moins d'une seconde, se trouve pris par les pattes de derrière et traîné violemment par des crampons qui le hissent jusqu'à une certaine hauteur. Là, il reste suspendu un instant et passe plus loin sur un balancier mobile, sans cesse en mouvement, qui plonge l'animal dans un puits de vapeur et finit par l'étouffer en l'échaudant.

« Le cochon, un moment plongé dans le gouffre, reparaît bientôt pour être saisi par de nouveaux crampons qui le traînent dans la brosserie. Cette brosserie cylindrique, munie de fortes brosses qui agissent en sens contraire, saisit le cochon et lui fait faire, en le brossant, de dix à quinze révolutions dans une demi-minute. Ce laps de temps suffit pour épiler l'animal et lui rendre la peau blanche comme celle d'un jeune poulet. Après cette opération, il est encore saisi par des crampons qui le transportent, par un mouvement brutal et symétrique, dans un carré spécial, où il est fendu par le ventre depuis la queue jusqu'à l'extrémité du museau. Des ouvriers choisissent alors les bonnes parties, qu'ils conservent, et jettent le reste dans une

(1) Brooklyn est une ville séparée de New-York seulement par la rivière de l'Est. Elle compte 16,000 âmes, et peut être considérée comme un faubourg de New-York.

grande rigole qui, par les cours, traverse les bâtiments et va se perdre dans l'Ohio. Dans l'avant-dernière étape, où le cochon est transporté par un arbre de couche, un effroyable compartiment de machine le taille en tous sens et symétriquement, Plus loin enfin, on sale les membres épars, qu'on accroche aux fumoirs, pendant que les autres parties de l'animal sont mises dans la saumure et renfermées dans des barils.

« Tout cela se fait avec une si étonnante promptitude, qu'on a de la peine à suivre les cochons dans ce rude et multiple travail de tant d'opérations diverses. Les cochons succèdent aux cochons, comme les chevaux de bois succèdent aux chevaux de bois dans le jeu circulaire qui porte ce nom. Joignez à cela les cris rauques et sinistres des cochons égorgés, suspendus en guirlandes sonores partout autour de vous. Cette lugubre et horrible musique n'a pas de fin ; car, au fur et à mesure que les cris d'un cochon disparaissent étouffés dans le puits de vapeur, la mécanique sans cesse en mouvement égorge un autre cochon, qui apporte son contingent de lamentations.

« Ce curieux établissement est souvent visité par les étrangers qui passent à Cincinnati. Ils sont parfaitement reçus par les propriétaires actuels, qui sont de véritables *gentlemen*. Un touriste français cite ce fait, qu'étant allé voir cette usine un jour de grande fête où le travail se trouvait suspendu, un des associés de la maison fit galamment tuer pour lui seul une trentaine de cochons. »

On ne saurait être plus aimable. Ces trente cochons que le propriétaire de l'usine de Brooklyn immole pour faire honneur à un étranger, rappellent Thomas Diaforus invitant Lucile à une dissection.

L'Amérique n'est pas, d'ailleurs, le seul pays qui expédie en Europe des viandes salées. Depuis quelque temps l'Angleterre et nos ports de l'Ouest reçoivent des viandes venant de l'Australie. Ces produits alimentaires sont trop souvent d'un goût détestable, mais ils fournissent sur nos marchés un certain appoint qui n'est pas à dédaigner quand on considère la cherté excessive des viandes.

La salaison du poisson était une industrie beaucoup plus importante autrefois que de nos jours. L'observance du carême était alors générale, et l'on sait que Charlemagne avait décrété la peine de mort contre celui qui, sans raison légitime, enfreindrait, pendant le carême, la loi du régime maigre. Il fallait donc, à cette époque, s'occuper très-sérieusement de garnir les marchés européens de poissons de conserve.

Il y a deux ou trois siècles, on conservait un grand nombre de poissons auxquels nous ne songeons plus sous ce rapport : tels étaient les congres ou *chiens de mer*. De nos jours, les poissons que l'on sale pour les conserver sont seulement la morue, le hareng, la sardine, l'anchois, le thon, le maquereau, l'esturgeon et le saumon.

Ce serait sortir des limites de cette Notice que de parler des pêcheries de morue, de hareng, de sardine, etc. Ce qui nous touche seulement ici c'est le procédé de salaison. Or, ce procédé est toujours le même, et c'est celui que nous avons décrit en parlant de la salaison des viandes.

Quel que soit le poisson que l'on ait à conserver : morue, hareng, sardine, etc., il faut toujours fendre l'animal en deux, pour offrir une surface double à l'action du sel. Quand le corps du poisson a été frotté sur ses deux faces avec du sel en cristaux, on l'enferme dans un baril, en interposant entre chaque couche de poissons une couche de sel. On recouvre l'ensemble d'une certaine épaisseur de sel, on comprime le tout, et l'on ferme le baril.

La salaison des viandes et du poisson consomme des quantités considérables de sel, mais cette quantité est moindre que celle que nécessitent la consommation de la table et les usages de l'industrie. On évalue en Angleterre à 40,000 tonnes par an, la quantité de chlorure de sodium absorbée par les salaisons ; en France, elle est de 67,000 tonnes.

CHAPITRE XIX

EMPLOI DU SEL DANS L'AGRICULTURE. — LE SEL COMME ALIMENT DES BESTIAUX. — LE SEL COMME ENGRAIS. — RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE EXÉCUTÉE EN ANGLETERRE PAR M. MILNE-EDWARDS SUR L'UTILITÉ DU SEL DANS L'AGRICULTURE. — NULLITÉ DU RÔLE ACTUEL DU SEL MARIN DANS L'AGRICULTURE DE LA GRANDE-BRETAGNE. — RÉSULTATS CONSTATÉS EN FRANCE. — EXPÉRIENCES DE M. BECQUEREL. — EXPÉRIENCES RÉCENTES DE M. PÉLIGOT SUR L'INEFFICACITÉ DU SEL COMME ENGRAIS.

Aucune question n'a été agitée avec autant de passion que celle de l'emploi du sel marin dans l'agriculture. En Angleterre, vers 1820, un mouvement extraordinaire se manifesta dans toutes les classes de la population contre l'impôt du sel. Le prétexte de cette agitation, toute factice d'ailleurs, était la nécessité du sel pour l'agriculture. La véritable raison, c'était le désir légitime de déposséder du privilége de la perception des droits sur le sel et de la vente de ce produit, deux compagnies puissantes qui excitaient de grandes haines dans le pays parce qu'elles abusaient extraordinairement de ce privilége, et allaient jusqu'à imposer aux provinces anglaises de l'Inde, l'usage du sel fabriqué en Angleterre!

La mauvaise humeur contre les exploitants des salines alla grandissant en Angleterre ; des brochures furent répandues par toute la Grande-Bretagne ; des *meetings* s'organisèrent. Sous cette pression universelle le gouvernement dut céder, l'impôt du sel fut absolument aboli en 1824.

En France, de 1840 à 1848, la question de l'impôt du sel devint une machine de guerre dirigée par l'opposition contre le gouvernement. Rien ne saurait donner l'idée de l'ardeur, et presque toujours de l'injustice, avec laquelle on attaquait les ministres de Louis-Philippe, sous le prétexte de l'abolition d'un impôt, disait-on, inutile et vexatoire. Aujourd'hui le calme s'étant fait dans les esprits, on considère avec quelque surprise la violence de ces polémiques. On ne s'expliquerait même pas la longue durée et le grand retentissement de ces discussions, si l'on ne savait combien il est facile d'agiter notre légère et impresionnable nation quand le levier s'appuie sur le terrain de la politique. On peut maintenant juger de cette question avec calme et sincérité.

Pour examiner judicieusement la question de l'emploi du sel en agriculture, et par conséquent l'équité ou l'iniquité de l'impôt qui frappe cette denrée, il est essentiel d'examiner à part : 1° l'emploi de cette substance comme aliment du bétail ; 2° son emploi comme engrais des terres. Cette distinction, les auteurs des mille et un discours et brochures qui furent prononcés ou imprimés de 1840 à 1848, ne l'ont jamais faite. Ils ont ainsi, volontairement ou non, embrouillé la question ; car ce qui peut être vrai pour le sel donné aux bestiaux, ne l'est pas pour le sel employé comme engrais.

Cette perpétuelle confusion des deux questions se remarque à chaque page d'un mémoire qui fit beaucoup de bruit en 1846, et qui était dû à l'un des plus fougueux champions de la liberté de l'industrie du sel, à M. Demesmay, député du Doubs. Ce travail, qui a pour titre : *Opinions des hommes politiques, des savants, des agronomes et des agriculteurs, sur l'utilité du sel pour les plantes et pour les animaux* (1), est constellé de citations de toute sorte d'auteurs qui ont fait mention du sel dans leurs écrits. Seulement presque tous ces auteurs font allusion à l'utilité du sel pour l'alimentation du bétail, et non à son rôle comme engrais. Le député du Doubs englobe tous ces arguments, sans aucune distinction, pour en faire honneur à son idole. Nous suivrons une autre voie ; nous distinguerons ce qu'il y a à distinguer, et par là nous serons juste, et nous serons clair.

(1) Brochure de 6? pages in-8. Paris, librairie agricole de Dusacq.

Emploi du sel dans l'alimentation des bestiaux. — Que les animaux soient friands de sel, c'est un fait sur lequel nous avons déjà insisté. Mais ce goût une fois satisfait, l'animal se trouve-t-il toujours bien d'une nourriture salée? Il est permis d'en douter. Pour des animaux qui broutent des herbages venus dans des sols marécageux, dans des contrées insalubres, des prairies basses, des vallées humides, le sel est certainement utile. Mais, en règle générale, quand les bestiaux sont bien soignés, bien nourris à l'étable ou à l'herbage, ils n'ont aucunement besoin de sel. On se trouve bien seulement d'en donner de temps à autre aux animaux qui sont insuffisamment nourris, ou qui broutent des herbages de qualité médiocre. Mais il ne faut pas oublier que, pour l'animal, le sel est surtout un excitant agréable ; que si on lui en donne souvent, ce goût s'émousse; et qu'une alimentation salée, passée à l'état d'habitude, perd de son efficacité. Le mieux est donc de s'en rapporter à l'instinct de l'animal lui-même; et pour cela, d'avoir dans l'étable quelques blocs de sel, que les moutons ou bœufs vont lécher, quand ils le jugent agréable ou nécessaire.

N'oublions pas que pour un animal pléthorique, sujet à la congestion de quelques organes importants ou aux inflammations, le sel est contre-indiqué. N'oublions pas non plus, qu'à certaines doses, le sel marin est purgatif pour les animaux, et qu'à doses plus fortes il devient un poison. 300 à 375 grammes de sel purgent un cheval, 1,000 à 1,500 grammes le tuent; 500 grammes purgent un bœuf, 1,500 à 2,500 grammes l'empoisonnent; 60 à 90 grammes purgent le mouton ou le porc, 180 à 200 grammes le tuent.

Il faut donc beaucoup rabattre de l'opinion des agriculteurs qui voyaient dans l'alimentation salée du bétail une panacée, un remède à tous les maux, qui criaient sur les toits qu'une livre de fourrage salé vaut 10 livres de fourrage ordinaire, et autres assertions de la même espèce. Le sel est utile ou nuisible selon les conditions de l'animal; et il nous paraît, au fond, plus souvent nuisible qu'utile.

Emploi du sel comme engrais. — Nous arrivons à la véritable question, à l'examen de l'efficacité du sel pour l'amélioration des terres.

Quand on a vécu de bonne heure, comme l'auteur de cette Notice, sur les bords de la Méditerranée, et que l'on a vu la stérilité la plus morne être le caractère distinctif de toute terre avoisinant les plages; — quand on sait qu'un terrain imprégné de sel est condamné à rester improductif; — quand on a vu les efforts et les dépenses que l'on fait pour *dessaler* les terrains imprégnés de chlorure de sodium, si l'on veut les mettre en culture ; — quand on se rappelle que les anciens, dans leurs lois criminelles, prescrivaient de semer du sel sur le champ d'un homme condamné, afin de frapper sa terre de stérilité ; — que les agriculteurs depuis l'antiquité jusqu'à notre siècle ont été unanimes à considérer le sel comme nuisible aux plantes, et que ce n'est que de nos jours qu'on a préconisé son usage comme engrais, — on a quelque peine à comprendre que le sel ait jamais pu être mis au rang des agents fertilisateurs. Nous ferons cependant abstraction de nos préjugés particuliers; nous devons croire que les agriculteurs qui ont vanté le sel comme engrais, avaient quelques bonnes raisons, quelques faits sérieux à invoquer. Admettons, en conséquence, avec eux, que les *polders* hollandais doivent une partie de leur fertilité au voisinage de la mer — que des fumiers composés avec de l'eau de mer valent mieux que ceux que l'on fait avec de l'eau douce — que les vieilles saumures de harengs sont considérées, en Normandie, comme de bons amendements des terres — et qu'il en est de même pour les résidus des mines de sel en Allemagne et en Pologne

— plus encore si on le veut. Quelle conclusion en tirerons-nous? Que certaines plantes se trouvent bien du sel, et que si l'expérience a prononcé, il n'y a qu'à s'incliner. Mais ce sont là des cas bien rares, des exceptions toutes locales. On ne pourra jamais prétendre que le sel marin puisse être un engrais véritable, c'est-à-dire une substance d'une efficacité générale et assurée. La proposition contraire serait plutôt vraie, à savoir que le sel est l'ennemi de toute culture.

M. Becquerel père a fait sur l'emploi du sel dans l'agriculture des expériences qui prouvent que le sel présente des résultats des plus variables dans son action sur les plantes; que tantôt il excite la végétation et tantôt il l'arrête.

M. Becquerel a constaté que la présence du sel dans le terrain, retarde la germination des plantes, et peut même quelquefois détruire l'embryon (1); que d'autres fois, au contraire, le sel stimule la vitalité des plantes, au point de les épuiser rapidement et d'amener leur mort (2).

On a reconnu, d'un autre côté, que le degré d'humidité du sol influe considérablement sur les effets du sel; que dans un sol humecté d'eau le sel n'a pas d'action nuisible, mais que quand la sécheresse arrive, le sel peut produire des effets désastreux.

Le sel doit donc être considéré, d'après les expériences de M. Becquerel, comme un agent agricole d'une action très-variable, et qui peut devenir facilement nuisible dans la grande culture. Dans tous les cas il n'a rien qui justifie l'engouement extraordinaire qu'il a inspiré à une certaine époque en France et en Angleterre.

Les expériences de M. Becquerel remontent à plus de vingt ans; mais nous possédons des renseignements plus récents et plus directs sur cette même question. M. Péligot, le savant professeur de chimie du Conservatoire des arts et métiers, a publié en 1872 les résultats d'expériences très-attentives sur le rôle du sel marin dans l'agriculture. D'après M. Péligot, le sel marin est une cause de stérilité, il arrête la végétation quand il est employé en trop grande quantité.

(1) *Des engrais inorganiques*, page 207.
(2) *Ibidem*, page 213.

« Lorsqu'on applique le sel en trop grande quantité, dit M. Péligot, la végétation est complétement arrêtée; mais lorsque le sol a été lavé par les pluies et que peut-être il a été en partie décomposé par l'humus, il donne, pendant les années suivantes, beaucoup de force à la végétation. Lorsqu'on en répand une petite quantité sur un terrain riche, il produit un effet sensible, mais de courte durée; en revanche, cet effet est absolument nul lorsque cette petite quantité a été étendue sur un terrain appauvri (1). »

M. Péligot a prouvé d'un autre côté que la soude existe beaucoup plus rarement qu'on ne le pense dans les plantes. Les analyses nombreuses de cendre de plantes que ce chimiste a publiées dans une série de mémoires lus à l'Institut depuis l'année 1857 jusqu'en 1873, ont beaucoup modifié les idées que l'on se faisait autrefois sur le rôle des substances minérales dans l'agriculture, et entre autres choses, que la soude ne peut pas, comme on l'a toujours cru, se substituer à la potasse dans la contexture d'une plante.

Un fait très-curieux résulte d'un nouveau mémoire lu à l'Académie des sciences par M. Péligot, le 5 mai 1873. C'est que des plantes arrosées avec du sel marin ou de l'azotate de soude n'absorbent pas les sels de soude, tandis qu'elles absorbent la potasse.

« Une plante arrosée périodiquement, pendant tout le temps nécessaire à son développement, avec de l'eau tenant en dissolution du sel marin ou de l'azotate de soude, exhale-t-elle une certaine quantité de soude, et emprunte-t-elle au sel d'autres éléments?

« Pour résoudre cette question, on a semé au mois

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 2e semestre, 1872.

de juillet un nombre égal de haricots dans douze pots à fleurs en terre poreuse, d'assez grande dimension : la capacité de ces vases était de 13 à 15 litres; ils contenaient 20 à 23 kilogrammes de terre. Celle-ci avait été rendue homogène autant que possible par le pelletage.

« Chaque expérience a été faite en double; les pots numérotés 1 et 2 ont reçu chacun 10 litres d'eau de Seine; nos 3 et 4, 5 litres de la même eau contenant 1 gramme de sel marin par litre et plus tard 5 autres litres contenant 2 grammes; nos 5 et 6, 15 grammes de chlorure de potassium; nos 6 et 8, 15 grammes d'azotate de soude; nos 9 et 10, 15 grammes d'azotate de potasse; nos 11 et 12, 15 grammes de sulfate de magnésie et d'ammoniaque, ces divers sels étant dissous dans les quantités d'eau indiquées ci-dessus.

« Dès le début, il a été facile de constater l'effet pernicieux du sel marin sur la végétation, alors même qu'on l'emploie à si faible dose : les plants soumis à son action étaient beaucoup plus chétifs que les autres; les feuilles étaient jaunes et contrastaient avec la coloration vert foncé des autres lots; la floraison s'est accomplie tardivement, et une des tiges a péri. Après la récolte, chaque lot (tiges, feuilles et graines) pesait 75 à 100 grammes après dessiccation; le poids de celui qui avait reçu le chlorure de sodium n'était que de 55 grammes.

« Après la levée des graines, on a conservé dans chaque pot quatre tiges. Les pots étaient placés les uns à la suite des autres, en plein air, sans abri, reposant sur une longue planche en bois. A partir du 28 juillet jusqu'au 14 septembre, ils ont été arrosés simultanément avec la même quantité d'eau soit pure, soit tenant en dissolution les diverses substances salines à des doses déterminées; les arrosages étaient plus ou moins rapprochés, selon les besoins de la plante en raison de la sécheresse ou de la pluie; du 28 juillet au 23 août, chaque lot a reçu cinq fois 1 litre d'eau contenant 1 gramme du sel employé; puis, à partir de cette époque, les plantes étant assez vigoureuses pour supporter sans inconvénient des doses plus fortes, on a employé 2 grammes du même sel pour la même quantité d'eau (soit de l'eau contenant deux millièmes) pour les cinq derniers arrosages. Le 14 septembre, les graines étant mûres, on a mis fin à l'expérience.

« Après la dessiccation de chacun des lots à l'air et à l'étuve, l'incinération en a été faite à une température très-ménagée. Le poids des cendres a varié entre 10 et 14 pour 100 de matière sèche (1). »

En analysant ces cendres, M. Péligot a séparé les matières solubles des matières insolubles. Les matières solubles composaient les 42 centièmes du *salin* de ces cendres. Or, voici ce que M. Péligot a constaté, en analysant la partie soluble.

« J'avais à rechercher, dit M. Péligot, dans la partie soluble de ces cendres, la soude introduite dans le sol sous forme de chlorure ou d'azotate, en quantité relativement considérable, à peu près égale au poids total des matières minérales que les plantes avaient absorbées; en raison de la surface des pots, la dose de ces sels ajoutée à la terre représente environ 3,000 kilogrammes à l'hectare. A aucun moment, les radicelles de la plante n'ont pu être soustraites, par la pluie ou par l'arrosage, au contact de ces dissolutions qui s'accumulaient dans le sol au fur et à mesure des progrès de la végétation. Cependant on voit, en jetant les yeux sur ce tableau, que le sel marin, l'azotate de soude ont été absolument délaissés par les plantes; *aucune des cendres ne renferme de la soude.*

« Ce résultat m'a tellement surpris que j'ai d'abord hésité à le publier, bien que les conditions dans lesquelles il a été obtenu fussent de nature à m'inspirer quelque confiance : toutes les opérations, le dosage des dissolutions, leur emploi, la récolte, l'incinération, l'analyse des cendres, sont le produit d'un travail exclusivement personnel. En supposant que je me sois trompé en étiquetant les plantes ou leurs cendres, les conclusions resteraient les mêmes; dans ces expériences, qui ont été faites en double, toutes les cendres ont été analysées et la soude ne s'est rencontrée dans aucune d'elles.

« Ainsi, une plante qu'on arrose pendant quarante-cinq jours avec des dissolutions de sel marin ou d'azotate de soude emprunte au terrain dans lequel elle se développe les sels de potasse qu'elle y rencontre, et elle y laisse les sels de soude qu'on a mis à sa discrétion (1). »

Il résulte de cette remarquable expérience de M. Péligot, que le sel administré comme engrais aux haricots, n'a pas même été absorbé par la plante, puisqu'on ne retrouve pas de soude dans ses cendres. Voilà qui jette de bien graves doutes sur le rôle du sel marin comme engrais.

Le meilleur moyen, du reste, de s'assurer si l'agriculture se trouve bien des engrais

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1873, 1er semestre, pages 115 et suivantes.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1873, 1er semestre, pages 1117-1119.

salés, c'est d'examiner l'usage qu'on en fait depuis que liberté entière a été accordée à tous d'en faire largement usage. On sait qu'en France, en 1848, l'impôt du sel fut supprimé pour les usages de l'agriculture, à condition de le *dénaturer*. Les agriculteurs ont donc pu faire usage en toute liberté de cette précieuse manne. Or, la consommation du sel pour l'agriculture n'a pas sensiblement augmenté, en France, depuis la suppression de l'impôt sur le sel destiné aux usages agricoles. Une fois aboli l'impôt du sel pour les usages agricoles, personne ne s'est plus inquiété de ce prétendu engrais. C'est ce qui prouve combien peu se faisait sentir le besoin de cette réforme si impérieusement réclamée.

Fait bizarre! Le même résultat s'était produit en Angleterre. Nous avons dit que l'impôt du sel fut aboli en Angleterre en 1825. La grande raison qu'on avait fait valoir, dans la Grande-Bretagne comme chez nous, pour l'abolition de cet impôt, c'était l'utilité, la nécessité indispensable du sel pour l'agriculture. Veut-on savoir maintenant quel emploi fit l'agriculture anglaise de ce sel, après la suppression de tout impôt, alors qu'on l'offrait à vil prix? Cet emploi fut nul. Le sel que tout le monde réclamait, ou semblait réclamer pour la culture des terres, ne fut employé par personne. On peut juger par là de son utilité.

C'est ce qu'a mis parfaitement en évidence, M. Milne-Edwards, le savant auteur du *Rapport sur la production et l'emploi du sel en Angleterre*, qui fut adressé en 1850, au Ministre de l'agriculture et du commerce (M. Dumas). Voici les faits, pleins d'enseignements, qui résultèrent de l'enquête à laquelle M. Milne-Edwards se livra.

« En 1818, dit M. Milne-Edwards, à la suite des grandes discussions parlementaires sur la question du sel, on vota un dégrèvement partiel en faveur de l'agriculture. Les droits perçus sur le sel destiné à l'amendement des terres, ou à la nourriture des bestiaux furent réduits à deux schellings et demi par boisseau; et on permettait même la livraison en franchise à la condition d'y mêler une certaine proportion de suie, de cendres ou de fumier. A cette époque, les brochures et les articles de journaux en faveur de l'emploi du sel abondaient de toutes parts; l'attention publique était vivement excitée et quelques agronomes commencèrent aussitôt des essais relatifs à l'influence de cet agent dans l'amendement des terres. L'année suivante, la quantité de sel livrée à l'agriculture, sous le bénéfice des clauses nouvellement introduites dans les lois de finances, ne s'éleva cependant qu'à 40,923 bushels, c'est-à-dire environ 1,000,000 de kilogr.

« En 1820, l'usage des engrais salés, loin d'augmenter, s'est réduit presque de moitié. Effectivement, l'agriculture ne réclama que 23,333 boisseaux de sel.

« En 1821, l'abandon du sel par les cultivateurs fut plus complet; ils n'en achetèrent que 5,787 boisseaux.

« Enfin, dans le courant de l'année 1822, on n'employa, dans toute l'étendue de la Grande-Bretagne, que 1,529 boisseaux de sel agricole.

« Les avocats du sel attribuèrent cet échec complet aux droits qui, tout en étant fort réduits, pesaient encore sur la vente de cette denrée, et le parlement, cédant de nouveau à la clameur publique, vota un dégrèvement beaucoup plus considérable. La taxe établie sur le sel agricole, en 1823, ne fut plus que de 6 deniers par boisseau; mais la vente n'en fut guère activée, car nous voyons, par les documents officiels de la douane, que pendant cette même année, l'agriculture n'en emploie que 9,346 boisseaux, et que, l'année suivante, la quantité destinée aux mêmes usages est réduite à 4,151 boisseaux, c'est-à-dire, à une centaine de quintaux métriques pour l'Angleterre et l'Écosse réunies.

« Depuis 1824, le commerce du sel est libre de toute entrave, il n'existe plus d'impôt sur cette matière, et le prix en est tombé au plus bas; les agriculteurs anglais n'ont pas cessé de faire des essais sur son usage pour la préparation des terres; les publicistes préconisent toujours la puissance fertilisante de cet agent, et les marchands de sel distribuent avec profusion des écrits faits pour en provoquer l'emploi. Mais en parcourant la Grande-Bretagne, tout observateur impartial ne tardera pas à reconnaître que nulle part l'emploi du sel, comme engrais, n'a pu s'introduire d'une manière permanente, et que, malgré vingt-cinq années d'expérience, le rôle de cet agent est resté non moins insignifiant qu'il ne l'était à l'époque dont je viens de rappeler l'histoire statistique.

« Ma conviction à cet égard repose sur une longue série d'investigations poursuivies dans diverses parties de l'Angleterre et de l'Écosse. J'ai recueilli

auprès des agronomes les plus célèbres et les plus honorés de ces deux pays, les opinions et les faits propres à m'éclairer sur l'emploi du sel en agriculture, et j'ai cherché à obtenir des commerçants ou des producteurs de cette matière tous les renseignements qui me semblaient pouvoir jeter quelque lumière sur l'étendue de cet emploi dans la pratique agricole.

« La lecture de quelques ouvrages anglais, dont l'autorité est souvent invoquée par les publicistes qui chez nous attaquent l'impôt, m'avait d'abord porté à croire que la vertu fertilisante du sel était réputée un fait incontestable par les agriculteurs de l'Angleterre, et que son utilité comme engrais était aujourd'hui démontrée par une longue expérience. Mais cette prévention favorable a reçu une première atteinte, lorsque, à ma grande surprise, j'ai reconnu que tous les témoignages reproduits journellement par les prôneurs de cette denrée dataient de cette époque où les essais en grand étaient rendus impraticables par l'élévation de l'impôt. Depuis que ces expériences sont devenues faciles et nombreuses, elles n'ont fourni à ces écrivains aucun argument nouveau à l'appui de leur thèse, et cependant leurs ouvrages se réimpriment souvent, et sont annoncés au public comme étant l'expression de l'état actuel de nos connaissances agricoles.

« En poursuivant ces investigations, je ne tardai pas à remarquer aussi que la plupart des hommes d'État, des savants ou des agriculteurs pratiques à qui l'on demandait si le sel était employé pour l'amendement des terres, répondaient : « Certainement il doit l'être, car on l'a beaucoup préconisé, et le droit a été aboli pour en permettre l'usage ; » mais pas un ne disait : « Oui, le sel est employé en grand dans l'agriculture anglaise, j'en suis sûr ; je l'ai vu employer dans la pratique ordinaire de la culture ; j'en fais moi-même une consommation régulière. »

« Enfin, toute incertitude a cessé dans mon esprit lorsque je suis revenu de cette longue tournée dans les districts agricoles les plus célèbres de l'Angleterre et de l'Écosse sans avoir pu trouver un seul homme pratique qui eût persévéré pendant un temps un peu long dans l'emploi du sel à titre d'engrais. J'ai consulté à ce sujet une foule de cultivateurs ; la question a été posée aux correspondants du journal agricole le plus répandu et le plus estimé de l'Angleterre (1). »

Ici M. Milne-Edwards rapporte les résultats de la longue enquête qu'il a ouverte auprès des agriculteurs anglais qui ont fait des essais sur l'utilité du sel comme engrais, et il constate que tous ces essais ont donné de mauvais résultats.

Le savant naturaliste conclut en ces termes :

« D'après toutes ces observations il me paraît évident que l'emploi du sel comme engrais a été largement essayé en Angleterre ; que les expériences à ce sujet, commencées en grand il y a plus de trente ans, se renouvellent encore aujourd'hui, mais que les résultats ainsi obtenus n'ont jamais été assez satisfaisants pour assurer la durée de cette pratique ; que nulle part, dans la Grande-Bretagne, le sel, considéré comme principe fertilisant, n'a répondu d'une manière continue à l'attente des agriculteurs, et que, malgré son bas prix extrême, on n'en fait aucun usage régulier (1). »

(1) *Rapport sur la production et l'emploi du sel en Angleterre*, adressé à M. le Ministre de l'agriculture et du commerce, par M. Milne-Edwards, membre de l'Institut, pages 46-48, in-4. Paris, 1850. Imprimerie nationale.

(1) *Ibid.*

CHAPITRE XX

LES GABELLES SOUS L'ANCIENNE MONARCHIE FRANÇAISE. — L'IMPÔT DU SEL EN FRANCE, SOUS LE GOUVERNEMENT REPRÉSENTATIF. — RÉDUCTION DE L'IMPOT DU SEL EN 1848. — L'IMPOT DU SEL SOUS NAPOLÉON III. — L'ENQUÊTE SUR LES SELS PUBLIÉE EN 1869.

Dans le chapitre qui précède, nous avons parlé incidemment de l'impôt du sel et des difficultés qu'il a fait naître. Nous ne pouvons terminer cette Notice sans exposer les phases intéressantes, et souvent dramatiques, de l'histoire de cet impôt, qui eut toujours en France le privilége d'exciter les haines populaires. Il semble que le sel ne devrait pas être plus sujet à l'impôt que l'eau ou le pain ; mais, d'un autre côté, cet impôt est excessivement léger, ou pour mieux dire, il est tout à fait insensible, vu la faible proportion de sel que consomme chaque individu. Gouvernants et gouvernés auraient donc pu facilement s'entendre quant à la redevance sur cette denrée. Malheureusement, il n'en fut pas ainsi. Cette conciliation, en apparence si aisée, n'a jamais pu s'établir. Un des

vices principaux de l'ancienne monarchie française, c'était la facilité avec laquelle les personnages les plus importants et les plus considérés de l'État abusaient de la liberté qu'on leur laissait, d'accroître le taux des redevances et tailles qu'ils percevaient, en vertu de la coutume et des priviléges décernés par l'autorité royale. Les abus ne furent jamais plus criants, plus vexatoires, plus odieux, qu'à l'égard de l'impôt du sel, la *gabelle*, comme on l'appelait alors. De là souvent des troubles sérieux, de graves séditions, des révoltes, qui allèrent jusqu'à amener de véritables batailles entre les troupes du roi et les habitants, joints aux *faux-sauniers*, c'est-à-dire aux contrebandiers de sel. Nous allons raconter cet épisode des annales historiques de notre pays, qui se rattache étroitement à notre sujet.

On ne saurait dire exactement à quelle époque remonte l'établissement en France de l'impôt du sel. Le mot *gabelle* est d'origine allemande (*gabe*, impôt, tribut) et il fut employé, à l'origine, pour désigner différents impôts. On lit dans plusieurs anciens auteurs, *gabelle de vin*, *gabelle de drap*. Cependant ce mot fut appliqué de très-bonne heure au sel.

La *gabelle* ne fut d'abord qu'une redevance imposée à leurs vassaux par les seigneurs de la féodalité, qui vendaient au peuple le sel, au prix fixé par eux-mêmes. Elle devint une redevance royale, à partir du règne de Louis X *le Hutin*. Ce n'était alors qu'une taxe de quelques deniers, qui représentait la surveillance de l'État sur la production, le transport et la vente du sel, et qui servait à rémunérer le roi des frais de l'exploitation des salines. Le régime paternel, qui avait été institué par Louis X, n'était donc qu'une véritable protection des intérêts des particuliers. Une ordonnance de ce roi porte que, vu les fraudes et exactions commises par les marchands de sel, le commerce de cette denrée sera fait à l'avenir par les officiers du roi.

Philippe de Valois, en 1331 et 1342, augmenta le taux de la vente du sel, et institua les *greniers à sel*.

Dans l'origine, les *greniers à sel* n'étaient autre chose que des bâtiments dans lesquels on déposait, jusqu'à ce qu'il fût vendu, tout le sel recueilli dans les salines, sous la surveillance des préposés de la gabelle. Les officiers des greniers à sel n'avaient alors d'autre mission que de recevoir le sel, de le vendre aux particuliers, et d'en percevoir le prix, dont ils étaient comptables devant celle des sept *chambres des comptes*, à la juridiction de laquelle ils appartenaient. Mais la perception des droits de gabelle ayant occasionné, sous le règne de Charles VI, des soulèvements populaires, ce prince, par une ordonnance de 1398, institua un tribunal auprès de chaque grenier à sel. Ce tribunal, composé de deux présidents, deux *grenetiers*, trois contrôleurs, un greffier, et de quelques autres officiers, avait pour attributions de connaître, en première instance, des contestations qui pouvaient s'élever, soit sur le mesurage, soit sur la vente du sel, et de juger le *faux-saunage*, c'est-à-dire le crime de contrebande en fait de sel.

On appelait *faux-sel* celui qui était vendu clandestinement hors des greniers royaux. Le seul fait d'en avoir ainsi distribué, était un crime puni, pour les hommes, de la peine des galères, et pour les femmes, de celle du fouet. L'appel des sentences rendues par les greniers à sel, était du ressort de la Cour des aides.

Le droit sur le sel fut élevé à 6 deniers, sous le roi Jean, sous prétexte d'adoucir la captivité du roi, de payer sa rançon, etc., à 8 deniers sous Charles V, à 12 deniers sous Charles VII. Il fut augmenté encore sous Louis XI, et porté à 20 livres par muid, sous François Ier.

Henri II afferma la vente du sel. A partir

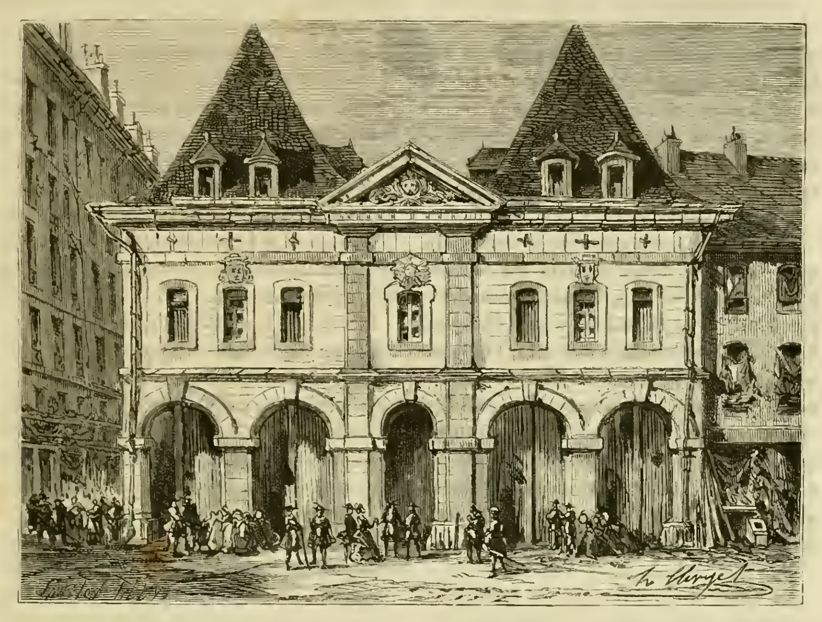


Fig. 388. — Ancien grenier à sel de Paris (rue Saint Germain-l'Auxerrois, près le théâtre du Châtelet).

de ce moment, le tarif sur la vente du sel n'eut plus rien de fixe. Il était arbitrairement fixé en conseil du roi; de sorte que les fermiers généraux qui avaient obtenu d'avance, pour un certain nombre d'années et pour un prix déterminé, l'adjudication de tout le produit de cet impôt, pouvaient ensuite, au moyen de dons ou pensions qu'ils faisaient aux ministres et aux grands seigneurs, faire augmenter indéfiniment le tarif des droits, ce qui était pour eux la source de bénéfices scandaleux. Lorsque les fermiers avaient acheté le sel aux salines, au prix fixé, ils le faisaient conduire eux-mêmes dans les greniers à sel, et le faisaient vendre au public par leurs commis, au prix qui leur convenait.

Le sel était *incorporé au domaine du roi*, c'est-à-dire considéré comme une substance privilégiée, que Dieu avait donnée aux rois de France pour alimenter leur trésor. On ne pouvait l'extraire de la mer sans leur autorisation. Tremper son doigt dans la mer, le laisser sécher à l'air et l'essuyer sur sa côtelette, pour la saler, aurait été un crime! Le sel étant la chose propre du roi, à lui seul appartenait le droit de l'extraire de la mer ou des mines, à lui seul le droit de le vendre, et de le vendre au prix qu'il lui convenait de fixer!

Voici comment se faisait, avant la révolution de 1789, la perception du droit sur le sel. Les fabricants de sel étaient astreints à porter cette denrée, sous peine de confiscation, dans les *greniers à sel*, entrepôts établis sur divers points du territoire. Chaque grenier était administré par un *grenetier* ou un contrôleur. Le *grenetier* vendait le sel aux

marchands en gros, à un prix que le marchand pouvait d'abord fixer de gré à gré, mais qui, plus tard, fut soumis à un tarif mobile, pour lequel le muid de Paris servait d'étalon. Les marchands en gros le revendaient, tantôt directement aux consommateurs, tantôt, et le plus souvent, à des détaillants appelés *regrattiers*.

Nous avons pensé que l'on trouverait ici avec intérêt le dessin de l'un des anciens greniers à sel de Paris. Il existe encore aujourd'hui, au n° 42 de la rue Saint-Germain l'Auxerrois, près du théâtre du Châtelet, une partie, admirablement conservée, d'un ancien grenier à sel. Le fronton de l'édifice subsiste entièrement, et est seulement masqué par des constructions. Les portions inférieures du bâtiment ont disparu ; mais il n'a pas été difficile au dessinateur de rétablir approximativement leur aspect.

La figure 388 représente cet intéressant monument, figure qui est dessinée et gravée pour la première fois (1). Mais revenons à notre sujet.

Chaque habitant était tenu de renouveler tous les trois mois sa provision de sel. En outre, il était formellement interdit aux particuliers de revendre ce qui excédait leur consommation.

Comme la fraude pour le sel était facile et très-commune, on eut recours aux mesures les plus vexatoires et les plus odieuses pour l'empêcher. Les *faux-sauniers* étaient punis avec une extrême rigueur. Pour faciliter la répression, on accordait au délateur le tiers du corps du délit. Enfin le grenetier, juge dans sa propre cause, prononçait en première instance sur tous les différends relatifs aux gabelles.

Les fermiers de l'impôt du sel ne se contentaient pas de fixer arbitrairement le prix du sel, de le doubler selon leur convenance et selon les provinces ; ils forçaient les contribuables à prendre chaque année un poids déterminé de sel. La consommation forcée s'ajoutait au monopole !

Pour assurer l'exécution de ces règles, les fermiers de gabelles enrégimentaient une armée d'employés, qui organisaient un espionnage intolérable. Les *gabelous*, les *ambulants*, comme on les appelait, et comme on les appelle encore, exerçaient leur inquisition avec une rigueur qui n'avait d'égale que la haine qu'ils excitaient parmi les gens du peuple. Les droits sur le sel variaient considérablement d'une province à l'autre ; de là une contrebande qui s'exerçait sur une grande échelle, et qui se faisait au grand jour, souvent à main armée. Le peuple se joignait aux *faux-saulniers*, pour se venger du fisc. Bien équipés et bien montés, les faux-sauniers se réunissaient par bandes de trois cents à quatre cents hommes, et forçaient les lignes de ces douanes intérieures. Quelquefois les soldats du roi prenaient part eux-mêmes à ces expéditions de grand chemin.

Le gouvernement, comprenant la cause de ces désordres, aurait pu y remédier, en forçant les fermiers généraux à supprimer les abus ; mais il ne songeait qu'à réprimer la contrebande par la force. Les moindres

(1) On lit ce qui suit à propos de ce grenier à sel dans les *Recherches critiques sur Paris du sieur Jaillot*, ouvrage publié en 1782 : « Il y avait près le Châtelet une maison appelée anciennement la *maison* de la marchandise de sel, dont la rue de la Saulnerie a pris son nom. Il fut ensuite placé dans la rue Saint-Germain, entre la place des Trois-Maries et la rue de l'Arche-Marion : il paraît qu'il était situé des deux côtés de la rue, mais les bâtiments n'étant pas assez commodes, on fit en 1698 acquisition d'une grande maison qui dès le XIIIe siècle appartenait à l'abbaye de Joy-en-Val, par la donation que lui en avait faite Barthelemy de Roye, chambrier de France, fondateur de cette abbaye. La maison abbatiale ayant été réunie en 1697 à l'évêché de Chartres en compensation des démembrements qu'on en avait faits pour former l'évêché de Blois, on profita de cette occasion pour transférer le grenier à sel dans cette maison : c'est pourquoi sur la façade des bâtiments qui furent refaits, à côté des armes du roi on sculpta celles de M. P. Godet des Marais, alors évêque de Chartres, et celles de l'abbaye de Joy-en-Val. On distingue encore les trois corps de bâtiment sous les noms de Grenier-du-Soleil, Grenier-l'Évêque, Grenier-l'Abbaye. »

contraventions étaient punies d'amendes considérables. Quand les délinquants étaient hors d'état de les payer, tous les habitants de la paroisse étaient rendus solidaires de la dette. Pour arrêter la contrebande, on avait recours, dit Montesquieu, « à des peines extravagantes, et pareilles à celles que l'on inflige pour les plus grands crimes (1). » Les cahiers des états de 1484 constatent que, dans l'espace de quelques années, plus de cinq cents *faux-sauniers* furent exécutés dans les provinces du Maine, de l'Anjou et du pays Chartrain (2).

L'exaspération du peuple des villes et des campagnes contre la gabelle, amena des émeutes, qui dégénérèrent quelquefois en révoltes déclarées. Au xve siècle, Reims, Dijon, Rouen, furent le théâtre de troubles très-graves.

La plus terrible de ces insurrections eut lieu en 1548, en Guienne. Aux environs de Cognac et de Châteauneuf, quarante mille paysans se rassemblèrent et mirent en déroute les troupes du roi. Ils s'emparèrent de la ville de Saintes, et la livrèrent au pillage. Ils ravagèrent les environs d'Angoulême, de Poitiers et de Blaye. La populace de Bordeaux, surexcitée par leur approche, tua les gabeleurs, pilla les maisons des riches, et se tint pendant un mois en état complet de rébellion. Le chef de l'administration des gabelles, Tristan de Moneins, fut assommé dans les rues de Bordeaux. On dépeça son corps, et on le sala !...

Le gouvernement fut obligé de mettre en campagne un corps de six mille hommes, sous les ordres du duc d'Aumale et du connétable de Montmorency, pour étouffer cette révolte. Elle fut, on peut le dire, noyée dans le sang. Ses instigateurs et ses chefs périrent dans d'affreux supplices, à Saintes, à Angoulême, à Bordeaux. Les paysans furent décimés et on les pendit aux arbres du chemin.

Sous Louis XIV, les gabelles furent réorganisées, mais on ne changea rien aux abus établis : on ne fit que les réglementer. Colbert, qui présida à la réorganisation de cette partie de l'administration fiscale, s'appliqua à resserrer des liens déjà excessifs. Le *faux-saunage* fut mis au rang des crimes; des tribunaux d'exception furent érigés, des offices de *juge aux gabelles*, des régisseurs et employés de tout grade, furent créés. Tous les produits des salines et des mines étaient livrés aux fermiers généraux, qui, pour revendre le sel aux particuliers, avaient toute une armée de commis et de gardes. Malgré les frais nécessités par cet immense personnel, ils faisaient des bénéfices énormes. Les juridictions des *greniers à sel*, les cours prévôtales et les cours supérieures soutenaient toujours les fermiers généraux dans leurs procès, dans leurs sommations et dans leurs exécutions financières.

Les employés des fermiers généraux fixaient tous les ans la quantité de sel que chaque famille devait acheter dans les greniers royaux, sans tenir aucun compte de ses besoins et de ses ressources. L'emploi de cette quantité de sel était fixée par eux, livre par livre : tant pour la salière, tant pour le pot-au-feu et pour les viandes de conserve, tant pour les hommes, les femmes et les enfants. Les commis pénétraient sans cesse dans les maisons, pour compter le personnel, constater que les règlements n'étaient pas enfreints, et que les consommateurs n'employaient point, par exemple, à saler le lard, ce qui leur avait été assigné pour saler la soupe. Le formalisme était poussé si loin, qu'en vertu d'une ordonnance du mois de janvier 1629, les pêcheurs étrangers qui apportaient en France de la morue et du saumon, étaient tenus, en passant la frontière ou en abordant sur nos côtes, de jeter le sel de leurs barils, comme *immonde*,

(1) Montesquieu, *Esprit des lois*, liv. XIII, ch. VIII.
(2) *Revue des deux Mondes*, 1er janv. 1873, page 195, article de M. Ch. Louandre, sur l'*impôt du sel*.

parce qu'il n'avait pas été pris dans les greniers du roi (1)!

Sous Louis XIV, on arrêtait, chaque année, en moyenne, 2,000 hommes, 1,800 femmes et 6,500 enfants, pour crime de *faux-saunage*, c'est-à-dire de contrebande de sel d'une province à l'autre. Sur ce nombre 300 individus de tout âge étaient envoyés aux galères à perpétuité. On constata, du temps de Louis XVI, qu'il y avait encore au bagne 1,800 forçats condamnés comme *faux-sauniers* (2).

Ce qu'il y a d'étrange c'est que les charges résultant de l'exploitation de l'impôt du sel n'étaient pas également réparties dans toute la France. Il y avait une inégalité choquante dans les conditions faites à chaque province relativement aux gabelles. Au moment de leur annexion au royaume, un certain nombre de provinces avaient stipulé, qu'elles ne seraient point assujetties à l'impôt du sel. D'autres, en récompense de leurs services militaires ou de leur attachement à la cause nationale, en avaient été exemptées; d'autres s'en étaient rachetées. Les contribuables étaient donc soumis, pour le même impôt, à des conditions très-différentes, suivant les lieux qu'ils habitaient. Quelques localités payaient un impôt très-élevé, d'autres payaient très-peu, d'autres rien. Quelques provinces n'étaient point taxées pour leur consommation, et dans d'autres, chaque famille était obligée de prendre au grenier à sel une quantité de sel déterminée.

On avait divisé la France pour la perception de l'impôt du sel, en six sections, dont voici les noms et les priviléges.

1° Les *pays de grande gabelle* étaient ceux qui supportaient le *maximum* de cet impôt. L'Ile-de-France, l'Orléanais, le Maine, l'Anjou, la Touraine, le Berry, le Bourbonnais, la Bourgogne, la Picardie, la Champagne, le Perche et la plus grande partie de la Normandie, figuraient dans ce groupe. Le chiffre de la vente obligée s'élevait annuellement à 760,000 quintaux, et le prix du quintal à 62 francs. On y était taxé à neuf livres de sel par tête.

2° Les pays de *petite gabelle* étaient ceux qui ne payaient que le *minimum* de cet impôt. Le Mâconnais, le Lyonnais, le Forez et Beaujolais, le Bugey, la Bresse, le pays de Dombes, le Dauphiné, le Languedoc, la Provence, le Roussillon, le Rouergue, le Gévaudan, quelques cantons de l'Auvergne, appartenaient à cette section. La consommation obligée ne pouvait être au-dessous de 640,000 quintaux; le prix du quintal était de 33 livres 10 sous, la consommation devait être de 11 et 12 livres par tête.

3° Les *pays rédimés* étaient les provinces qui avaient acheté et payé l'exemption entière du droit. Elles avaient payé, sous Henri II, 1,750,000 livres pour leur entière libération de l'impôt de gabelle, mais elles n'en furent pas moins assujetties à une partie de cet impôt, au sixième à peu près du cens fixé pour les grandes gabelles. La quantité imposée aux consommateurs était de 830,000 quintaux. Le prix du quintal variait de 10 à 12 francs. Les *pays rédimés* comprenaient le Poitou, l'Aunis, la Saintonge, l'Angoumois, le Limousin, une grande partie de l'Auvergne, le Périgord, le Querci, la Guienne, les comtés de Foix, Bigorre et Comminges.

4° Les *pays de quart-bouillon* étaient ceux qui avaient la faculté de s'approvisionner par des saunerles particulières, où l'on faisait bouillir un sable imprégné d'eaux salines, à la charge de verser, à leurs frais et gratuitement, dans les greniers du roi le quart du produit de leur fabrication. Ce versement en nature avait été depuis converti en un droit pécuniaire équivalent. Le débit était d'environ 115,000 quintaux; le prix du quintal était de 10 livres. Ce droit n'apparte-

(1) *Revue des deux Mondes*, 1er janvier 1873, page 192, article de M. Ch. Louandre, sur l'*impôt du sel*.

(2) *Ibid.*



Fig. 389. — Faux-sauniers attaqués dans une embuscade, par les soldats du roi.

nait qu'à une partie de la Basse-Normandie.

5° Les *provinces franches de gabelle* étaient moins imposées que toutes les autres. Elles devaient cet avantage au voisinage des marais salants; un prix trop élevé y eût provoqué une contrebande plus active et plus étendue. Cette catégorie embrassait la Bretagne, l'Artois, la Flandre, le Hainaut, le Calaisis, le Boulonnais, les principautés d'Arles, de Sédan, du Béarn, de la Basse-Navarre, du pays de Soule et de Labour, d'une partie de l'Aunis, de la Saintonge et du Poitou. Le prix du quintal y variait de 8 à 9 livres.

6° Les *provinces de salines exploitées pour le compte du roi* étaient la Franche-Comté, la Lorraine, les Trois-Évêchés (Metz, Toul et Verdun), le Rethelois, le duché de Bar, une partie de l'Alsace et du Clermontois. Les ventes de sel pour compte du roi s'y élevaient par an à 275,000 quintaux; le prix du quintal était de 21 livres 10 sous.

C'est en 1680, dans les derniers temps de l'administration de Colbert, qu'eut lieu l'organisation définitive des gabelles. Cette administration fut divisée en dix-sept directions, ayant chacune ses tribunaux avec leurs présidents, lieutenants, contrôleurs, avocats et procureurs du roi.

L'ordonnance de 1680 avait fixé à 15,000 muids de Paris la quantité de sel que les propriétaires des marais étaient tenus de livrer aux fermiers, et à un *minot*, ou cent livres, la consommation obligée de quatorze personnes. Elle avait, en même temps, déterminé la répartition de l'approvisionnement entre les greniers où le sel devait être déposé et où les consommateurs étaient tenus de venir l'acheter.

D'autres ordonnances, afin de laisser au

sel le temps de s'épurer et de subir le déchet de fabrication, *défendaient d'entamer les masses de sel avant deux ou trois ans au moins*, et classaient au nombre des agents de la ferme les voituriers par eau et par terre chargés du transport du sel.

Les greniers et dépôts étaient répartis de la manière suivante, entre les 17 directions :

	Greniers.	Dépôts.
Paris	27	»
Soissons	12	»
Abbeville	12	»
Saint-Quentin	6	»
Châlons	9	»
Troyes	11	»
Tours	16	7
Anjou	11	4
Laval	9	»
Le Mans	13	»
Berry	11	6
Moulins	12	»
Rouen	22	»
Caen	2	»
Alençon	14	»
Dijon	36	»
	223	17

La différence du prix, suivant le régime auquel chaque province se trouvait soumise d'après son contrat de réunion à la couronne, exigeait une surveillance tellement étendue, une répression tellement rigoureuse, que l'exercice de la gabelle en France employait un personnel de vingt-cinq mille hommes.

L'impôt du sel rapporta au fisc 30 millions par an, sous Louis XIV, et 58 millions sous Louis XVI. Mais par suite des franchises locales dont nous avons donné plus haut l'explication, cette somme n'était prélevée que sur les deux tiers environ de la population de la France. La noblesse et le clergé, aux termes des édits de Colbert, auraient dû participer à cet impôt, mais cette règle était très-souvent transgressée. Une foule de nobles et la plupart des membres du clergé trouvaient le moyen de s'en faire exempter; de sorte que tout le fardeau retombait sur le peuple et la bourgeoisie.

Le mécontentement populaire excita, sous Louis XIV, comme cela s'était vu sous les rois ses prédécesseurs, la contrebande et la révolte, qui furent toujours violemment réprimées. En 1675, c'est-à-dire au moment où Louis XIV était à l'apogée de sa puissance, quatorze paroisses *du pays d'Armorique* publièrent, sous le nom de *Code paysan*, les statuts d'une association qui avait pour objet de faire abroger l'impôt du sel, du papier timbré, et de la marque des ouvrages d'étain. « Il est défendu, disait le *Code paysan*, à peine d'être passé par la fourche, de donner retraite à la gabelle ou à ses enfants, de leur fournir ni à manger ni aucune commodité; mais au contraire il est enjoint de tirer sur elle comme sur un chien enragé. » Cet ordre fut ponctuellement suivi depuis Douarnenez jusqu'à Concarneau, et cette fois encore il ne fallut pas moins de six mille hommes des meilleures troupes du roi pour rétablir l'ordre (1).

Le peuple et la bourgeoisie avaient amassé pendant quatre siècles un ressentiment profond contre les gabelles. Tous les cahiers des provinces, toutes les doléances adressées aux états généraux, reproduisaient les plaintes et les malédictions publiques contre la redevance du sel. Ces doléances étaient tellement énergiques, que beaucoup de bons esprits ont considéré l'abus de la gabelle comme un des griefs les plus terribles contre l'ancien régime, comme un de ceux qui contribuèrent le plus à soulever les classes inférieures contre l'autorité du roi.

Les états généraux de 1789 déclarèrent que l'impôt du sel, objet de l'animadversion générale, devait disparaître. En effet, la loi du 10 mai 1790 détruisit le monopole qui, depuis Philippe de Valois, avait excité tant de colères. Aussi le premier mouvement

(1) *Revue des deux Mondes*, 1er janvier 1873, page 194, article de M. Ch. Louandre, sur l'*impôt du sel*.

des vengeances du peuple fut-il de brûler les greniers à sel et les bureaux des gabelles.

Nous ne sommes pas tellement loin de cette époque que l'on ait oublié le concert de malédictions dont la gabelle était l'objet sous l'ancienne monarchie. Il reste encore en France un vieux ressentiment contre cet impôt détesté, qui, sous l'ancien régime, fit dresser les échafauds et ouvrir les bagnes pour tant de malheureuses victimes. Aujourd'hui l'impôt du sel est léger au point d'être insensible, et pourtant il y a encore dans nos campagnes un fond de haine sourde contre les inoffensifs *ambulants*, dont les allures ne ressemblent guère pourtant à celles de leurs farouches prédécesseurs du dernier siècle.

La gabelle fut supprimée par un décret de l'Assemblée nationale du 23 septembre 1789; on la remplaça par un impôt de 40 millions sur la propriété.

A partir de ce moment, le commerce du sel fut entièrement libre. A l'époque du Directoire, le sel se vendait 2 sous 6 deniers la livre (25 centimes le kilogramme).

Les embarras financiers du Directoire lui suggérèrent un moment l'idée de soumettre de nouveau le sel à l'impôt; mais le Conseil des Anciens, dans sa séance du 23 janvier 1799, déclara l'impôt du sel *inconstitutionnel*, *nuisible*, *injuste*. La haine contre tout ce qui, de près ou de loin, pouvait ressembler à la gabelle, était encore tellement vivace, qu'on ne voulut pas même discuter l'idée d'*une régie*, que Barbé-Marbois mit en avant.

Napoléon Ier, en fait de finances, aimait les règles établies. L'impôt du sel lui paraissant juste et productif, il fit ce que le Directoire n'avait pas osé faire. Un décret du 27 mars 1806, contre-signé par le ministre Crétet, rétablit l'impôt du sel, qui fut fixé à 20 centimes par kilogramme.

Les revers dont la France fut accablée, firent porter, par décret du 19 novembre 1813, l'impôt à 40 centimes le kilogramme; mais la loi du 17 décembre 1814 le réduisit à 30 centimes.

La Restauration, qui avait à payer un milliard aux puissances coalisées pour le renversement de l'Empire, n'eut garde de toucher à l'impôt du sel. En 1829, à la veille de la révolution de Juillet, le ministre des finances, de Chabrol, dans son *Rapport au roi sur l'administration des finances*, faisait valoir les avantages de cet impôt. Il constatait que, malgré les droits, la consommation ne s'était jamais ralentie; qu'elle était en 1829 de 7 kilogrammes 400 grammes par individu, ce qui donnait, pour l'impôt payé par chaque personne, la minime somme de 2 francs par tête.

« La place importante que cette contribution occupe dans le budget de l'État, disait de Chabrol, ne permet pas d'en modifier le tarif sans s'exposer à déranger l'équilibre de notre situation financière, et ce sera toujours une mesure difficile et embarrassante que de proposer une réduction qui pourrait considérablement affaiblir cette ressource indispensable, et forcer ensuite le gouvernement à redemander de plus onéreux sacrifices à ceux-là mêmes qui auraient obtenu un dégrèvement dont les résultats auraient trompé sa prévoyance. »

La Restauration dut aux revenus de l'impôt du sel la facilité de constituer un fonds d'amortissement annuel de 79 millions, et de rembourser 34 millions de rentes. Les contribuables ne se plaignaient pas, car l'impôt était, en définitive, fort léger, et réparti sur une faible consommation de chaque jour, il passait inaperçu (1).

La révolution de Juillet vint susciter de nombreux adversaires à l'impôt du sel.

L'opposition constitutionnelle est dans les mœurs françaises. Il fallait un prétexte pour battre en brèche la royauté de 1830, et l'impôt du sel répondait parfaitement à ce besoin. Aussi les ennemis du gouvernement

(1) *Revue des deux Mondes*, article cité, page 197.

de juillet allaient-ils répétant, dans les journaux et dans les brochures, que l'impôt du sel faisait peser sur les classes laborieuses une charge hors de proportion avec leurs ressources, — qu'il ruinait la grande pêche et la pêche côtière, — qu'il était contraire aux intérêts de l'agriculture, — qu'il ne rappelait que trop la désastreuse administration des gabelles, — et qu'il devait disparaître, comme toutes les taxes qui frappent le prolétaire et l'ouvrier.

Les conseils généraux obéissaient, malgré eux, à cette impulsion. Les vœux de ces assemblées en faveur de la réduction de l'impôt du sel, devinrent chaque année plus nombreux, plus impératifs. Ils furent reproduits par les conseils supérieurs de l'agriculture et du commerce, par les sociétés d'agriculture et par les comices agricoles.

Sous une telle pression, le gouvernement pensa qu'il n'était plus permis de refuser une satisfaction si universellement réclamée.

Un député du Doubs, M. Demesmay, était le chef de cette croisade. M. Demesmay avait proposé, en 1845, de réduire l'impôt de 30 centimes à 20 centimes; mais on demanda une réduction plus large, et la commission, composée de MM. Dessauret, Lacrosse, comte Thiard, Luneau, Ternaux-Compans, marquis de la Rochejacquelein, Lahaye, Jousselin et de Golbéry, proposa, dans son rapport du 24 juin 1845, de réduire l'impôt du sel à 10 centimes le kilogramme.

Dans l'intervalle des deux sessions, M. Demesmay publia, en faveur de sa proposition, plusieurs écrits, dans lesquels il invoquait, en faveur de la réduction, l'opinion des hommes dont l'autorité devait faire le plus d'impression sur la Chambre. Aux témoignages de Sully, de Vauban, de Buffon, de Turgot, de Necker, de l'abbé Maury, de Say, etc., il ajoutait ceux de Chaptal, de Casimir Périer, de Hume, de Brougham, de Cobden, de Porter, etc.

Le gouvernement fit d'abord consacrer, par une ordonnance du 26 février 1846, la réduction à 5 centimes par kilogramme de la taxe sur les sels destinés à l'alimentation des bestiaux.

Cette solution ne satisfit qu'imparfaitement les opposants. On faisait remarquer que la réduction subordonnée à un mélange de 5 litres d'eau et de 40 kilogrammes de son pour 5 kilogrammes de sel, ou de 10 litres d'eau, 4 kilogrammes de tourteaux de graines oléagineuses, et 40 kilogrammes de son pour 10 kilogrammes de sel, était illusoire, car le mélange aurait coûté, en frais de transport seulement, beaucoup plus cher que l'impôt. L'ordonnance, loin d'apaiser les plaintes de l'agriculture, ne fit donc que constater une fois de plus les inconvénients des demi-mesures.

Le projet de réduction de l'impôt, porté, le 21 avril 1846, devant la Chambre des députés, fut vivement appuyé, dans les séances des 21, 22 et 23, par MM. Demesmay, Dessauret, de Tracy, Talabot, Taye, de Golbéry, la Rochejacquelein, Glais-Bizoin, Luneau, Pouillet, Genty de Bussy, et surtout par Lamartine, qui, s'appuyant sur l'autorité de Magendie et de Raspail, s'écria : « Le sel fait partie de l'économie humaine ; l'imposer, c'est comme si on imposait le sang et les nerfs de l'homme ! »

Dans la séance du 23 avril 1846, la Chambre vota la réduction de l'impôt à 10 centimes par kilogramme de sel destiné à la consommation publique.

Tout n'était pas fini : les agitateurs politiques, se plaignant de n'avoir obtenu qu'une demi-satisfaction, reprirent l'offensive. On réclamait, non plus une réduction, mais l'abolition entière de l'impôt.

Sous l'influence de cette nouvelle agitation, de nombreuses pétitions furent adressées aux Chambres, pour réclamer l'entière fran-

chise de l'impôt du sel. Le gouvernement résolut alors de soumettre la question à une enquête. Au mois de janvier 1848, les chambres de commerce reçurent un questionnaire, pour savoir s'il était opportun de retrancher les deux tiers des droits établis.

« La gravité des manifestations, disait le questionnaire, doit attirer toute la sollicitude du gouvernement. Sans doute, c'est pour lui un devoir de résister aux entraînements les plus honorables, mais c'est également son devoir de connaître et de constater l'opinion publique, et de concilier, si cela est possible, avec la réalisation des vœux qu'il doit respecter, l'intérêt de l'État qu'il doit défendre. »

Le questionnaire rédigé par le gouvernement du roi posait avec une bonne foi parfaite, tous les problèmes que pouvait soulever le maintien ou l'abaissement des droits sur le sel.

L'enquête était commencée, et sur tous les points du territoire français les conseils généraux, les chambres de commerce, les propriétaires des mines et des marais salants, se mettaient en mesure d'y répondre, lorsqu'arriva la révolution de février 1848.

Le gouvernement sorti de l'émeute de février n'eut pas un instant l'idée de poursuivre l'enquête laborieuse et prudente commencée par les ministres de Louis-Philippe. Pendant le règne précédent, l'opposition avait tant bataillé contre l'impôt du sel, et tiré un si bon parti de cette machine de guerre contre le gouvernement, qu'elle ne pouvait se dispenser, une fois au pouvoir, de justifier ses paroles par ses actes. Elle n'y manqua pas d'ailleurs. L'impôt du sel fut supprimé net : 60 millions furent rayés du budget, d'un trait de plume.

Pendant que l'on faisait ainsi disparaître un impôt qui ne frappait chaque contribuable que de 1^fr^.60 par tête, on établissait le fameux impôt des 45 centimes, qui doublait la contribution foncière. L'impôt du sel était impopulaire, disait-on, celui des 45 centimes le fut d'une manière autrement sérieuse : il enterra la république de 1848.

Cependant, comme la raison finit toujours par prévaloir, il fallut, en présence des déficits du budget républicain, revenir à la taxe du sel. L'année 1848 n'était pas écoulée que l'Assemblée nationale rétablissait cet impôt, en le réduisant, toutefois, à 10 centimes par kilogramme, au lieu de 30 centimes, comme il avait été perçu sous la Restauration et sous le règne de Louis-Philippe.

Ce taux raisonnable fut maintenu pendant toute la durée du règne de Napoléon III. Il ne souleva jamais aucune plainte, car on comprenait qu'il faut que l'impôt frappe quelque chose, et qu'il n'est pas possible de trouver une charge plus légère, plus légitime, que celle qui ne grève chaque contribuable que d'une taxe annuelle de 1 fr. 60. Mais la question du sel a toujours le privilége d'émouvoir les esprits. Elle se réveilla à la fin du second empire. Seulement, il ne s'agissait plus, cette fois, des intérêts du public. La difficulté avait pris naissance à propos de la rivalité qui existe entre nos salines de l'Ouest et celles du Midi. Nos salines du Midi sont dans un grand état de prospérité, parce que les compagnies qui exploitent cette industrie, disposant de capitaux considérables, ont mis à la tête de leur exploitation des ingénieurs d'un grand mérite qui maintiennent la fabrication du sel à la hauteur de tous les progrès modernes. La chaleur du climat favorise, d'ailleurs, et rend régulière l'évaporation des eaux. Au contraire, les salines de l'Ouest, morcelées en une foule de parts, sont entre les mains de propriétaires sans instruction, et de paysans qui ignorent jusqu'à l'usage de l'aréomètre. De plus, le climat pluvieux de l'Ouest est un grand obstacle à la régularité de l'exploitation. Par toutes ces causes, l'Ouest est en décadence et le Midi en progrès. De là, jalousies, plaintes, demandes d'indemni-

tés, etc., de la part des sauniers de la Bretagne, des Charentes et de la Gironde.

Le gouvernement de l'Empereur, accablé des récriminations des saliniers de l'Ouest, imita la sage conduite de celui de Louis-Philippe : il ordonna une enquête. Par décision impériale, en date du 14 mars 1866, des commissions furent instituées, pour recueillir les doléances des fabricants, et constater l'état de l'exploitation salinière dans l'est, l'ouest et le midi de la France.

Nous ne croyons pas qu'aucun travail plus approfondi, qu'aucune information plus vaste et plus sincère, ait jamais été effectuée en France, que celle dont les résultats sont consignés dans les trois volumes in-quarto, intitulés *Enquête sur les sels*, qui ont été publiés en 1868 et 1869, par le Ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics. L'état actuel de l'industrie des sels, les besoins de chacune de ses branches particulières, les progrès réalisés sur le mode de perception de l'impôt, les tableaux de douanes, etc., les améliorations et réformes capables de concilier les intérêts opposés du Nord et du Midi, tout cela est approfondi jusque dans les derniers détails, dans ce véritable modèle d'information administrative.

Les événements de la guerre de 1870 et ses conséquences fatales ont empêché de tirer parti des nombreuses et précieuses observations contenues dans les trois volumes de l'*Enquête sur les sels*. Ce qui en ressort toutefois, avec une parfaite netteté, en ce qui touche le public, c'est que tous les documents rassemblés prouvent la modération et l'équité de l'impôt actuel du sel, et établissent que cet impôt n'entre pour rien dans les souffrances de l'industrie salicicole de l'Ouest.

CHAPITRE XXI

CONDITIONS COMMERCIALES ET DOUANIÈRES DE L'INDUSTRIE DU SEL DANS LES DIFFÉRENTS PAYS DE L'UNIVERS.

Comme nous l'avons dit, l'impôt qui frappe le sel, en France, est seulement de 10 francs par 100 kilogrammes, et le sel se vend au détail, de 17 à 20 centimes le kilogramme.

Il est intéressant de décomposer le prix du sel quand il a acquitté les droits. Voici, d'après le *Dictionnaire du commerce et de la navigation*, publié chez Guillaumin en 1861, les éléments qui concourent à former le prix de 17 centimes 1/2 le kilogramme que paye moyennement le consommateur :

Fabrication du sel dans les marais salants	1 c.	par kilog.
Frais de transport du marais aux lieux de consommation	2	—
Bénéfices, frais et courtages des dépositaires	5	—
Impôt	9	1/2
	17 c.	1/2

Ce tableau montre combien la part des fabricants est petite. Le sel coûte de fabrication que 1 centime le kilogramme, et le consommateur le paye 20 centimes, ou plus. Sur une somme de 80 millions que représente le prix commercial des quantités de sel consommées, le fabricant ne perçoit que 4 millions — auxquels toutefois il faut joindre le produit des ventes du sel pour l'exportation et celui pour les salaisons et les pêches, qui ne payent que de faibles droits. En ajoutant cet élément, on trouve une somme de 6 millions pour la vente totale. Comme les frais de fabrication sont de plus de 4 millions, il en résulte que le bénéfice net, pour toute l'industrie salinière, n'est que de 2 millions, c'est-à-dire de 4 pour 100 seulement des capitaux engagés dans ces entreprises, lesquels capitaux sont environ de 50 millions, d'après le *Dictionnaire du commerce*, auquel

nous empruntons tous ces renseignements (1).

L'industrie salinière est donc bien peu rémunératrice pour ceux qui s'y livrent. Et pourtant cette industrie est de plus grande importance par le nombre de bras qu'elle utilise et le mouvement commercial auquel elle donne lieu. Dans l'Est, l'Ouest et le Midi, soixante mille ouvriers au moins sont occupés au travail des sels. De nombreux intermédiaires trouvent dans le raffinage, dans le colportage, dans le commerce, dans la vente des sels, un bénéfice de 30 millions par an. Enfin cette marchandise, en raison de son peu de valeur, est classée parmi les objets de fret les plus recherchés. Tout navire étranger, après avoir débarqué les marchandises dans un de nos ports, trouve avantage à choisir le sel comme objet de fret de retour. Le sel occupe le quatrième rang au tableau général de mouvement de cabotage publié pour 1859. En 1849, il figurait au troisime rang et transportait le dixième de l'ensemble de notre cabotage (240,000 tonnes). Si l'on ajoute à ce chiffre celui de 50,000 à 60,000 tonnes transportées pour la grande et la petite pêche, on voit que l'industrie des sels produira à notre marine un fret d'environ 300,000 tonnes.

Il nous reste à indiquer les droits auxquels les sels sont soumis dans les principaux États de l'Europe.

Nous emprunterons, sur cette question spéciale, nos renseignements au *Dictionnaire du commerce et de la navigation*, publié chez Guillaumin. Ce qui va suivre et qui termine notre travail, est extrait de ce Dictionnaire (2).

« En Angleterre, le sel est entièrement libre d'impôt, soit à l'importation, soit à la consommation.

« En Belgique, les sels bruts sont exempts de droits à l'entrée, par navires belges ou français; les sels gemmes, par navires anglais, payent 1 fr. 40 par 100 kilogr.

« La taxe sur tous les autres sels, à l'importation par mer, sous pavillon étranger, est de 5 fr.

« Prohibition à l'entrée par terre, excepté pour les sels français.

« Les sels marins bruts d'origine française, importés directement de France en Belgique, par mer, jouissent, indépendamment de l'exemption de tous droits de douane, et à titre de déchet sur le taux des droits d'accise, d'une bonification de 7 p. 100 en sus de celle qui pourrait être accordée aux sels de toute autre provenance.

« Enfin, le sel raffiné d'origine française est admis en exemption des droits d'entrée, pour les usages auxquels la législation belge accorde l'exemption du droit d'accise sur le sel brut.

« L'importation des sels étrangers est prohibée dans le Zollverein. L'exploitation des salines forme dans chaque État un monopole régulier.

« En Bavière, notamment, non-seulement le commerce ne peut s'approvisionner qu'aux entrepôts royaux, mais encore chaque entrepôt a un rayon de débit déterminé, et les consommateurs aussi bien que les débitants sont astreints à prendre le sel dont ils ont besoin au dépôt même dont ils relèvent.

« Les sels bavarois sont livrés au commerce à raison de 25 fr. les 100 kilog., et le consommateur les paye 30 francs.

« Dans le duché de Bade, le sel, pour la consommation domestique, coûte 17 fr. 95, pris à la saline; la seconde qualité, destinée au bétail, est livrée à raison de 13 fr. 80.

« En Suisse, les sels étrangers sont admis au droit de 30 centimes par 100 kilog., sans autre impôt de consommation. Ils sont exclus seulement des cantons de Vaud, du Valais et de Genève, qui se sont réservé le monopole des sels. Dans le canton de Vaud, le prix de vente est de 20 centimes le kilog.

« En Italie, jusqu'à ce jour, les sels français n'étaient admis dans les divers États de la Péninsule que lorsqu'ils étaient achetés pour le compte du gouvernement. Il n'existait aucun droit de douane sur les sels ainsi importés au profit de la régie.

« A l'intérieur, les prix de vente étaient communément de 33 fr. le quintal métrique, décime de guerre compris.

« On peut supposer que ce régime peut être adouci quand les charges d'un premier établissement cesseront de peser sur les finances du nouveau royaume de l'Italie.

« En Espagne, les sels étrangers sont frappés de prohibition absolue.

« Le droit de consommation, à l'intérieur du royaume, est de 28 francs par 100 kilog.

« Voici quel est le régime douanier dans quelques autres pays de l'Europe :

« *Suède.*— Le sel marin paye à l'entrée 52 cent. par

(1) *Dictionnaire du commerce et de la navigation*. Tome II, page 1175.

(2) Tome II, page 1176.

hectolitre; sel de roche, 17 cent.; sel raffiné, 7 fr.

« *Norvége.* — Sel raffiné, 9 fr. par hectol.; sel de roche, exempt; autres, 68 centimes.

« *Hollande.*—Sel brut, exempt; sel raffiné, 33 fr. 92 par 100 kilog.

« *Danemark.*—Sel gemme, 7 fr. 15 par 100 kilog.; sel marin, chargé en grenier ou en barriques, 2 fr. 30; en sacs, 2 fr. 96 (avec une tare de 3 p. 100), 2 fr. 96.

« *Russie.* —Dans les ports de la mer Noire et des provinces transcaucasiennes, prohibé; par les ports du gouvernement d'Arkhangel, 4 fr. 88 par 100 kilog.; par les ports du gouvernement de Saint-Pétersbourg et dans toutes les douanes de terre, excepté sur les frontières de la Prusse, 9 fr. 77; par la frontière de la Prusse, 7 fr. 81; par les ports des gouvernements d'Esthonie, de Livonie, de Courlande, à l'exception de ceux de Réval, Pornau, Kounda, Arensbourg et Harva, 7 fr. 08; par les ports exceptés au premier paragraphe, 4 fr. 64. On ne peut lui importer à ce dernier droit : à Pornau, que 3,749,535 kilog.; à Arensbourg, 982,860 kilog.; à Kounda, 819 mille 50 kilog.; sur les excédants, on paye le droit général de 7 fr. 8 centimes.

« *Autriche.*— Sels de toutes sortes, 2 fr. 09; pour engrais, exempts; mais l'importation est soumise à une autorisation préalable et limitée à certains bureaux seulement. »

FIN DE L'INDUSTRIE DU SEL

INDUSTRIES

DU SOUFRE ET DE L'ACIDE SULFURIQUE

CHAPITRE PREMIER

IMPORTANCE DE L'INDUSTRIE DU SOUFRE. — LES GISEMENTS NATURELS DU SOUFRE DANS LES DEUX MONDES. — LES SOLFATARES.

Le sel marin et le soufre sont les produits les plus importants de l'industrie chimique moderne. Si le sel marin fournit la soude, qui est la base de tant de composés divers, le soufre nous donne l'acide sulfurique, l'agent fondamental de toutes les opérations de la chimie industrielle, l'acide le plus puissant et le plus économique que nous possédions. Malgré la concurrence des pyrites, la consommation du soufre est immense, car elle est chaque année, en Europe, de plus 250,000 tonnes, lesquelles à 120 francs la tonne, prises à Palerme, représentent une somme de 30 millions de francs. On a dit que la houille est le pain de l'industrie chimique; suivant la même image, le soufre et le sel en seraient les plats de résistance. Mais trêve de métaphores.

Nous avons dit que le sel marin est répandu dans la nature avec une profusion extraordinaire, et qu'on le trouve dans tous les terrains, à l'exception des terrains primitifs et quaternaires, ou modernes. Le soufre existe avec la même abondance dans la masse du globe. On le trouve depuis les terrains primitifs jusqu'aux terrains tertiaires supérieurs. De plus, les filons, et surtout les terrains volcaniques, sont les gisements, pour ainsi dire, obligés du soufre.

Jetons un coup d'œil sur le soufre au point de vue minéralogique.

Ce corps simple ne constitue pas de roche proprement dite ; il est disséminé dans les terrains de diverses époques, quelquefois en cristaux, mais presque toujours sous forme de lits de peu d'étendue, en amas ou en nodules.

Sans nous arrêter aux gisements du soufre dans les *terrains primitifs*, où il est peu abondant, nous dirons que le soufre se rencontre assez fréquemment dans les *terrains de transition*. Il forme des masses disséminées dans le plâtre, au milieu des terrainsde transition de Gébrulaz, près de Pesay (Savoie), et dans ceux de l'Oisans, en Dauphiné. On l'a trouvé aussi dans des calcaires du même âge, à Sublin, non loin de Bévieux, en Suisse. De Humboldt l'a observé, avec l'or, au Pérou, dans les Andes de Caxamarca entre Curimago et Alto del Tual, dans des masses puissantes de quartz, qui sont parallèles au grès rouge; enfin, Beudant l'a trouvé à Kallinka, en Hongrie, sur la pente septentrionale de l'Osztroszky, vers le terrain de diorite porphyrique.

Dans les *terrains secondaires* le soufre est très-abondant. Son principal gisement est au milieu des gypses, des calcaires et des marnes argileuses des dépôts salifères. Il existe dans ces roches en amas plus ou moins

étendus, qui vont quelquefois jusqu'à 1 mètre et plus d'épaisseur. Il y est associé au gypse, au sel marin et à la célestine (en Sicile), plus rarement au bitume (Saint-Boës, dans les Landes).

Le soufre de Sicile, de couleur jaune et quelquefois verdâtre, est en bancs horizontaux très-puissants, qui reposent sur un schiste sablonneux. Le soufre, dans ces bancs, est mêlé de marne grise, de calcaire gris avec de beaux cristaux de gypse, de calcaire spathique souvent concrétionné, et de célestine blanche en cristaux très-nets et parfois très-volumineux (à la Catholica, près de Girgenti).

On a trouvé aussi du soufre dans les gisements de sel de Wieliska, en Galicie, dans les gypses ou les argiles des salines de la Lorraine, du Hanovre, de la Thuringe et de la Hongrie.

Dans les *terrains tertiaires*, le soufre forme des amas pulvérulents, au milieu des lignites à Artem, en Thuringe, dans les gypses des environs de Meaux, et dans les marnes argileuses de Montmartre, à Paris.

Le soufre qui existe dans les eaux thermales à l'état de sulfure alcalin soluble, ou de sulfhydrate de sulfure alcalin, provient généralement des terrains secondaires ou des terrains volcaniques. Quoi qu'il en soit de l'origine géologique, assez difficile à établir, du soufre qui est apporté par les eaux thermales, ce soufre se précipite quand les eaux qui le renferment dissous arrivent au contact de l'air. Les eaux sulfureuses des Pyrénées, celles d'Aix, en Savoie, les eaux de Tivoli, près de Rome, celles d'Aix-la-Chapelle, de Saint-Boës, près de Dax, etc., laissent déposer du soufre autour des lieux d'où elles émergent. Les eaux d'Enghien, près de Paris, qui paraissent venir du gypse du terrain tertiaire, laissent également déposer, en arrivant à l'air, des pellicules blanchâtres de soufre.

Beaucoup de *filons* contiennent du soufre. Tels sont les filons de cuivre pyriteux qui traversent le granit, à Rippoltrau, en Souabe; dans les filons de galène du calcaire intermédiaire du pays de Siegen; dans les filons aurifères d'Ekaterinenbourg, et dans les monts Altaï, en Sibérie. On le trouve également dans les filons métallifères de la montagne de Chalanches, en Dauphiné; de Truskawice, dans le cercle de Sambor (Galicie); de Breznobanya (Hongrie), etc.

Dans les terrains *volcaniques* anciens le soufre est extrêmement rare. On n'en cite qu'un seul exemple dans le basalte, à l'île Bourbon. Le trachyte est mêlé d'un peu de soufre dans quelques points, comme à Budos-Hegy (Transylvanie), au Mont-Dore, en France, à Montserrat (Petites Antilles). Mais les volcans, en activité et surtout les volcans à demi éteints, fournissent le soufre en très-grande abondance. Citons particulièrement le Vésuve, l'Etna, les volcans d'Islande, de Java, de la Guadeloupe, de Sainte-Lucie, de Saint-Domingue, etc.

Le soufre sublimé par l'action des feux volcaniques, se dépose à la surface des laves, sur lesquelles il forme des concrétions jaunâtres. On le retrouve, à la profondeur de quelques mètres, dans le sol brûlant qui avoisine les anciens cratères. C'est surtout dans les cratères des volcans à demi éteints, vestiges encore fumants d'anciens volcans affaissés, que le soufre est répandu.

Les solfatares les plus renommées ou les plus productives sont celles de l'Etna, de Pouzzoles, près de Naples, de l'île de Vulcano, des îles Lipari. En Islande, dans les districts de Hucevick et de Krysevik, situés aux extrémités opposées de l'île, le soufre est en si grande quantité, qu'on le ramasse à la pelle, jusqu'à la profondeur de plus d'un mètre.

Les localités des deux mondes où l'on trouve le soufre dans les différents gisements minéralogiques que nous venons de décrire,

sont assez nombreuses. Nous citerons particulièrement :

En France : Saint-Boës près de Dax (département des Landes), dans un banc d'argile mêlée de galets et de pétrole ; — Malvezie, près de Narbonne (département de l'Aude) ; — Oisans, en Dauphiné ; — Mont-Dore, à la cascade de la Dore ; — Meaux, près Paris, dans la pierre à plâtre ; — Montmartre, dans la marne argileuse ; — La Charité, près Besançon, dans des silex ; — Pesay (Savoie) dans la karsténite, avec plomb sulfuré ; — Moustiers, près de Bex, dans le gypse.

En Suisse : Bévieux (canton de Vaud) au milieu du gypse et du calcaire.

En Italie : Tortena (Piémont), Scandiano (Modénois) ; — Saint-Philippe ; — Pezetta et la grotte de San Fedele, près de Sienne ; — Carrare (côte de Gênes) ; — Formigniano (près de Césène, dans le Ravennois) ; — Urbino (États Romains) ; — Pouzzoles, près de Naples ; — le Vésuve ; — l'île de Lipari, Vulcano, mêlé à l'acide borique, et au sel ammoniac ; — presque toute la Sicile.

En Espagne : Conilla, près de Gibraltar ; — Hellin (Aragon) ; — Séville.

En Allemagne : le pays de Salzbourg, Gipsberg, près Golling ; — en Souabe, Rippoltrau, dans des filons de cuivre pyriteux ; — le pays de Siegen, dans des filons de galène ; — la Thuringe, à Artern, dans les lignites.

En Galicie : Swarzowice, dans la marne argileuse ; — Wieliska ; — Drohobgize, — le cercle de Santore, — Truskawice (cercle de Sambor).

En Croatie : Radaboy, près Waradin.

En Hongrie : Glashütte, près de Schemnitz, dans le micaschiste ; — Breznobanya, — Kalinga, sur la pente nord de l'Osztroszky.

En Transylvanie : Budos-Hegy.

En Islande : Les districts de Hucevick et de Krysevik.

En Russie : Ekaterinenbourg, dans les mines d'or ; — en Sibérie, dans les monts Altaï ; — à l'embouchure de la Soka ; — à Samara et Sernajora, sur le Volga.

En Afrique : île de Ténériffe, — île Bourbon.

En *Amérique :* dans les Antilles, à Montserrat, à la Guadeloupe, à Sainte-Lucie, à Saint-Domingue ; — dans la Californie, avec calcaire spathique ; — dans l'État de New-York, près des cascades de Clifton ; — au Mexique, au mont Cuencamé, en petits filons dans le calcaire ; — dans les Andes de Quito, entre Ticsan et Alausi, dans des couches de quartz subordonnées au micaschiste ; — dans les Andes de la Caxamarca, dans des bancs de quartz ; — à l'Azufral, près Ibana, dans le porphyre primitif ; au volcan d'Antisana ; — au Brésil, à Seno-do-Frio, près San-Antonio-Pereira.

On voit que les gisements naturels du soufre sont innombrables. Pour extraire économiquement ce corps simple, l'industrie doit s'adresser à ceux qui sont les plus abondants et les plus faciles à exploiter. Les gisements qui sont dans ce cas sont de deux sortes :

1° Les solfatares,

2° Les pyrites.

Qu'est-ce qu'une *solfatare?* On désigne sous ce nom les anciens volcans dont le sol est tout imprégné de soufre libre. Le mot *solfatare* est italien ; il signifie *terre soufrée* (de *solfo*, soufre, et *terra*, terre). Employé d'abord pour désigner la soufrière de Pouzzoles, il a été généralisé, et sert aujourd'hui à désigner tous les gisements de soufre qui existent autour des volcans éteints.

Les solfatares sont nombreuses ; nous en donnerons l'énumération plus loin ; mais avant tout, il faut expliquer comment des dépôts de soufre existent autour des volcans éteints ; il faut se rendre compte, au point de vue géologique, de l'origine de ce soufre.

Avant d'être un volcan éteint, un volcan a d'abord été en éruption. Commençons par donner la théorie des *volcans actuels*, on comprendra tout naturellement ensuite ce que doit être un *volcan éteint*.

Tous nos lecteurs connaissent assurément les traits généraux de ce grand phénomène naturel qui s'appelle une éruption volcanique ; mais il ne sera pas hors de propos de les rappeler ici. On peut résumer en ces termes les phénomènes qui composent une éruption volcanique :

1° Un tremblement de terre proprement dit, ou du moins une agitation ou un ébranlement subit du sol qui environne la montagne volcanique ;

2° Un dégagement énorme de vapeurs d'eau, accompagné d'une émission tout aussi abondante de gaz, composés surtout d'acide carbonique et d'acides sulfureux et chlorhydrique ;

3° Une pluie d'eaux bouillantes, qui provient de la condensation au milieu de l'air, des vapeurs d'eau lancées du cratère ;

4° Un dégagement considérable d'électricité, qui se traduit par des éclairs immenses et prolongés, accompagnés de véritables coups de tonnerre ;

5° Une projection de matières terreuses, qui consistent surtout en pierres ponces poreuses, et qui composent tantôt de véritables blocs, du volume de quelques décimètres, sortes de projectiles naturels qui sont lancés à de grandes distances, tantôt une simple poussière grisâtre, nommée communément *cendres*, et qui n'est autre chose que la pierre ponce divisée en particules très-fines par l'interposition de la vapeur d'eau ;

6° Enfin l'épanchement d'une matière rouge de feu, qui coule tantôt du sommet du cratère, tantôt d'une fissure latérale, et qui n'est autre chose que la substance même du sol profond, comme le basalte et le trachyte, fondue par l'excessive élévation de température des cavités souterraines d'où elle provient.

Tels sont les phénomènes principaux que présente une éruption volcanique et dont nous donnons un spécimen par la vue de l'Etna, le célèbre volcan de Sicile. Quelques-uns de ces traits peuvent manquer, d'autres prédominer; mais aucun ne fait défaut dans une éruption.

La théorie la plus ancienne, celle qui est encore généralement professée, explique ce phénomène par l'émission à l'extérieur, de la partie liquide interne du globe terrestre. Tout semble prouver que l'intérieur de notre planète, à partir d'une vingtaine de lieues de sa surface, est occupé par des matières en fusion, par une masse liquide incandescente. Les géologues nous représentent le globe terrestre comme une sphère qui fut entièrement liquide, et qui aujourd'hui est solidifiée à sa surface. Par une juste et frappante comparaison, ils nomment *écorce du globe* cette légère croûte résistante et solide qui forme le sol de notre planète. On peut donc se figurer le sol que nous foulons aux pieds, comme une sorte de radeau flottant sur un océan de feu. Il est dès lors facile de comprendre que cette masse liquide puisse, de temps en temps, triompher de la résistance de l'enveloppe solide qui la contient et la presse. Quand, par une cause particulière, les mouvements tumultueux du liquide intraterrestre viennent à triompher de la cohésion et du poids de cette enveloppe, il doit se produire à l'extérieur de grands et redoutables phénomènes.

Si les flots incandescents de l'océan intérieur viennent à heurter la croûte terrestre par sa face intérieure, il y aura, sur une étendue variable, *tremblement de terre*. Si la pression exercée par les laves sous-jacentes a assez de puissance pour rompre l'écorce terrestre, et établir, par cette fracture, une communication directe entre l'intérieur du globe et sa surface, les laves, c'est-à-dire les

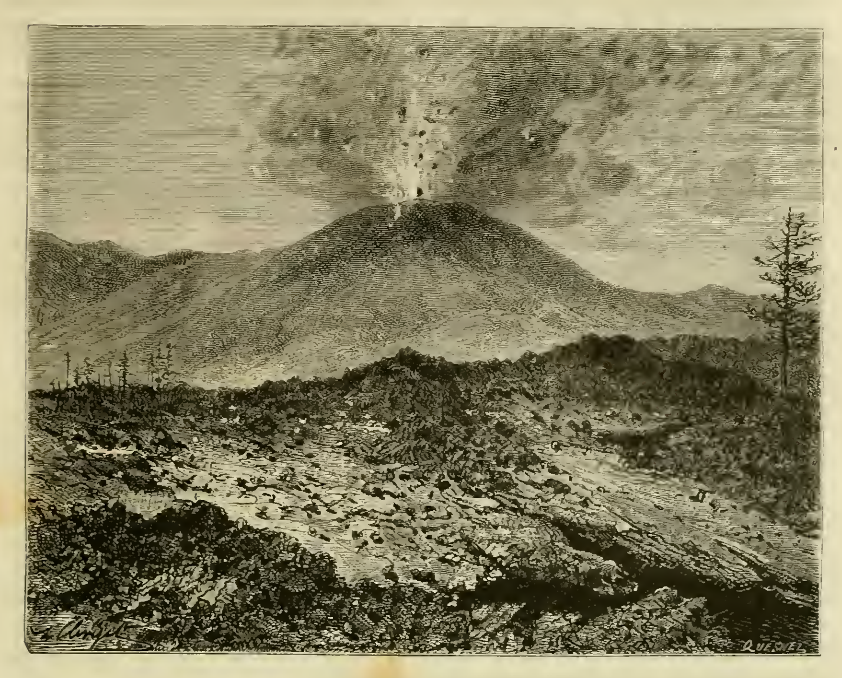


Fig. 390. — Une éruption de l'Etna.

flots de la mer intérieure, se feront jour au dehors : il y aura *volcan*. Si cette ouverture, si cette communication accidentellement établie en un point, entre l'intérieur et l'extérieur de la terre, demeure persistante, et que l'éruption des laves soit continue, comme au Stromboli, ou séparée seulement par quelques années d'intervalle, comme au Vésuve et à l'Etna, le volcan est *actif*. Si cette communication vient à se fermer, on aura un *volcan éteint*, comme on en trouve un si grand nombre en France, dans l'Auvergne, le Velay et le Vivarais.

L'objection naturelle contre cette théorie, c'est le petit nombre de points de rupture de l'écorce solide de notre globe que l'on voit se manifester, et le caractère accidentel de ce phénomène. On ne voit pas bien, si les éruptions volcaniques résultent de l'épanchement à l'extérieur de la matière liquide qui existe à l'intérieur du globe, pourquoi ces éruptions ne sont pas plus fréquentes, pourquoi elles sont limitées à quelques points de notre globe et presque toujours aux mêmes points.

Il est une autre considération qui bat en brèche la théorie du feu central servant à expliquer les phénomènes volcaniques. Presque tous les volcans connus se trouvent au bord de la mer; rien n'est plus rare qu'un cratère volcanique s'ouvrant à l'intérieur d'un continent. Ce n'est que dans l'Asie centrale que des bouches volcaniques se voient sur des continents proprement

dits. Partout ailleurs, ils existent soit dans les îles, soit aux bords de la mer. En Europe, le Vésuve, l'Etna, le Stromboli; en Asie, les volcans de l'Océanie, de Sumatra, de Java, de Bornéo, des Philippines, des îles du Japon, des Kouriles, du Kamtchatka, etc., donnent des exemples frappants de ce fait, car tous ces volcans se trouvent près de la mer ou dans des îles. L'Afrique nous offre, à l'est, deux bouches volcaniques au bord de la mer Rouge, et une autre à l'ouest sur les rivages de l'Océan. Tous les volcans de l'Amérique du Nord, ceux de l'isthme de Panama et ceux de l'Amérique du Sud, sont alignés le long des rivages de l'océan Pacifique; ils trempent, pour ainsi dire, leur pied dans la mer. Sur l'océan Atlantique se trouve un autre cordon de volcans alignés le long de la série des îles des Antilles.

Cette situation uniforme des bouches d'éruption, c'est-à-dire leur perpétuel voisinage de la mer, a conduit à émettre une nouvelle théorie des volcans. On a prétendu que les phénomènes volcaniques ne tiennent qu'à la communication qui peut s'établir entre le bassin de la mer et les parties internes du globe, à une très-grande profondeur, là où la température est prodigieusement élevée. Par une fente considérable, il peut se faire un canal qui communique de la mer avec les parties profondes et brûlantes du sol. Dès lors, l'eau est réduite en vapeurs, ou se décompose par la chaleur intérieure du globe; et elle se fait jour au dehors, en disloquant les couches qui pèsent sur elle. Ainsi se produiraient les tremblements de terre et les éruptions volcaniques.

Ce qui confirmerait cette théorie, c'est que la presque totalité des vapeurs et des gaz qui s'échappent des cratères, est composée de vapeurs d'eau. La prétendue *fumée* des volcans n'est autre chose que de la vapeur d'eau; et la lave, quand elle coule au dehors et qu'elle se refroidit, laisse dégager d'énormes quantités de vapeur d'eau. On est souvent surpris de voir des laves refroidies exhaler, pendant des journées entières, de l'eau en vapeur. D'après M. Ch. Sainte-Claire Deville, les quatre-vingt dix-neuf centièmes de la *fumée* des volcans sont composés de vapeur d'eau. M. Fouqué a calculé que le cratère de l'Etna, pendant l'éruption de 1865, lançait des colonnes de vapeur d'eau qui, à l'état liquide, auraient représenté l'écoulement d'un ruisseau donnant 250 litres d'eau par seconde. Il arrive souvent que la vapeur d'eau lancée par un cratère se résout en eau liquide et retombe, sous forme de pluie, le long des flancs de la montagne. Ce serait donc l'eau de la mer qui, mise en communication avec l'intérieur, se répandrait au dehors à l'état de vapeurs.

Du gaz acide chlorhydrique, des chlorures, de la soude, des sels ammoniacaux; tels sont les produits qui sont lancés des cratères, ou qui tapissent leurs bords. Tous ces produits dérivent de l'eau de la mer décomposée par la chaleur; car le sel marin (chlorure de sodium) peut fournir par sa décomposition, ce gaz chlorhydrique et ces chlorures.

Les matières qui constituent la lave ne sont autre chose, nous l'avons déjà dit, que des roches fondues par la chaleur, ou réduites à l'état pâteux. Ce sont des silicates d'alumine, de potasse ou de chaux, combinés avec beaucoup d'eau. Le fer entre aussi dans la composition des laves, et c'est le chlorure de fer qui colore en jaune les bords de beaucoup de cratères. Nous remarquâmes, pendant notre ascension au Vésuve, en 1865, que les bords du cratère étaient teints d'une coloration rougeâtre, qui nous rappelait complétement la couleur du chlorure de fer dans les laboratoires de chimie.

Ainsi, d'après la nouvelle théorie que soutiennent des chimistes comme M. Sainte-Claire Deville et des géologues comme M. Daubrée, les éruptions volcaniques ne seraient que des phénomènes locaux et ac-

cidentels. D'après leurs calculs, l'eau de la mer pénétrant à une profondeur de 15 kilomètres au-dessous de la surface du sol, y trouverait une température suffisante pour que la vapeur et les gaz résultant de la décomposition de cette eau salée, aient une force de 1500 atmosphères. Cette tension serait assez énergique pour soulever les assises terrestres ou liquides qui les surmontent, et pour chasser au dehors d'immenses colonnes de vapeur d'eau et de gaz. C'est par cette pression que les laves liquides ou pâteuses pourraient s'élever au niveau du sol et couler à sa surface, mêlées à des torrents de vapeur d'eau.

Faisons remarquer que si cette théorie était l'expression de la vérité, le soufre que les volcans rejettent à l'état d'acide sulfhydrique, proviendrait des sulfates (sulfates de magnésie, de soude et de chaux) qui sont contenus dans l'eau de la mer. Ce sont ces sulfates qui, décomposés au sein de la terre, par l'excessive élévation de température, se transformeraient en hydrogène sulfuré. Ainsi la mer qui fournit à l'industrie la soude, lui fournirait également le soufre, par la voie détournée de l'action volcanique.

Cette théorie compte aujourd'hui beaucoup de partisans. Toutefois, nous restons, pour le moment du moins, fidèle à l'ancienne théorie, c'est-à-dire à l'hypothèse de la communication qui peut s'établir entre la matière liquide qui occupe l'intérieur du globe et la surface du sol. Il est, en effet, une objection, à laquelle n'ont pas encore répondu les partisans de la nouvelle théorie des volcans. On se demande pourquoi la vapeur d'eau et les gaz portés à une prodigieuse température et animés d'une tension énorme, au lieu de soulever les roches qui les surmontent, et de fracturer l'écorce solide du globe, ne remonteraient pas purement et simplement vers la mer, par le même canal qui établit la communication entre l'intérieur de la terre et le bassin de la mer. Comment se fait-il que la vapeur se promène sous les assises du sol et les soulève en un dôme volcanique, alors qu'elle pourrait simplement, par l'effet de la pression, remonter par le même chemin que l'eau liquide a suivi pour descendre en ce point? Cette objection étant restée jusqu'à ce moment sans réponse, il est difficile d'accorder une entière adhésion au système nouveau d'explication du phénomène des volcans fourni par la physique et la mécanique.

Voilà donc ce qui se passe dans un *volcan* en activité. Quand un volcan, par une cause quelconque, ne donne plus d'éruptions, quand son cratère est fermé, on a un *volcan éteint*. Cependant, bien que les phénomènes éruptifs aient totalement disparu, l'action volcanique continue sourdement au-dessous du cratère obstrué. Il se dégage toujours dans ces canaux souterrains, des gaz azote, acide carbonique et hydrogène sulfuré. Les émanations d'hydrogène sulfuré arrivent au bord du cratère formé, c'est-à-dire non loin de la surface de la terre, et, de là, l'hydrogène sulfuré passe dans l'air, où il est bientôt oxydé ou brûlé par l'oxygène. De cette oxydation résultent de l'eau et de l'acide sulfureux. Ensuite, par une réaction chimique très-curieuse, que nous allons expliquer, l'hydrogène sulfuré et l'acide sulfureux réagissent l'un sur l'autre et donnent naissance, par cette réaction mutuelle, à de l'eau et à un dépôt de soufre.

On fait souvent, dans les cours de chimie, l'expérience suivante. On prend deux volumes à peu près égaux de gaz hydrogène sulfuré et acide sulfureux, et en mélangeant ces deux gaz, on obtient aussitôt un dépôt de soufre et d'eau. La cloche dans laquelle on fait l'expérience, se recouvre d'un dépôt blanchâtre de soufre, et l'eau ruisselle sur ses parois.

L'équation chimique suivante explique cette réaction :

$$\underbrace{SO^2}_{\text{Acide sulfureux.}} + \underbrace{2HS}_{\text{Hydrogène sulfuré.}} = \underbrace{2HO}_{\text{Eau.}} + \underbrace{3S}_{\text{Soufre.}}$$

Ce qui veut dire que 1 équivalent d'acide sulfureux et 2 équivalents d'acide sulfhydrique donnent 2 équivalents d'eau et 3 équivalents de soufre.

Voilà par quelle réaction chimique les gaz qui émanent des solfatares, gaz que l'on appelle, en général, *fumerolles*, produisent du soufre. La même réaction doit se passer à l'intérieur du sol, où l'air circule toujours; et c'est ainsi que se forme le soufre dans la généralité des solfatares.

Il faut bien qu'un phénomène de ce genre se produise, c'est-à-dire que le soufre se régénère à l'intérieur de la terre, puisque c'est un fait d'observation que dans la solfatare de Pouzzoles, le soufre semble se reformer de lui-même dans les lieux d'où on l'a extrait vingt ou trente années auparavant.

Le chimiste Bunsen a analysé, comme on le verra plus loin, les gaz qui se dégagent de la solfatare de Krysevik, en Islande. Les gaz émanés de cette solfatare se composaient, pour 100 volumes, de 82 volumes de vapeur d'eau et de 18 volumes de gaz permanents, c'est-à-dire non susceptibles de se liquéfier. En soumettant à l'analyse ces gaz permanents, Bunsen les trouva formés, sur 100 parties en volume, de :

Oxyde de carbure	87,43
Azote	1,67
Hydrogène sulfuré	6,60
Hydrogène	4,30
	100,00

Cette solfatare produisait, par vingt-quatre heures, 233 kilogrammes d'hydrogène sulfuré et 12 kilogrammes d'hydrogène. Dans les autres fumerolles analysées, la teneur en hydrogène sulfuré variait entre 1 et 15 p. 100, celle en hydrogène entre 5 et 25.

Le mélange d'air et d'hydrogène sulfuré est très-inflammable. Le simple contact d'un corps en ignition (allumette, lave fondue) suffit pour déterminer sa combustion. Il se forme alors, sur une certaine étendue, une fumée brillante, qui doit son aspect au soufre mis en liberté.

Suivant l'intensité de la combustion, les produits qu'on obtient sont simplement du soufre et de l'eau :

$$\underbrace{HS}_{\text{Hydrogène sulfuré.}} + \underbrace{O}_{\text{Oxygène.}} = \underbrace{S}_{\text{Soufre.}} + \underbrace{HO}_{\text{Eau.}}$$

ou, au contraire, de l'acide sulfureux :

$$\underbrace{HS}_{\text{Hydrogène sulfuré.}} + \underbrace{3O}_{\text{Oxygène.}} = \underbrace{SO^2}_{\text{Acide sulfureux.}} + \underbrace{HO}_{\text{Eau.}}$$

Mais l'hydrogène sulfuré et l'acide sulfureux ne peuvent pas coexister l'un à côté de l'autre. Or, dans les solfatares, ces deux gaz forment souvent près du sol deux couches voisines. Ces deux couches ne tardent pas à se décomposer. En présence de l'humidité, 1 volume d'acide sulfureux réagit sur 2 volumes d'hydrogène sulfuré, pour produire du soufre, d'après la réaction analysée plus haut.

Toutes ces réactions diverses aboutissent, comme on le voit, à la formation du soufre, et c'est là l'une des causes qui expliquent la présence de ce corps au sein de la terre avoisinant les volcans.

Un assez grand nombre de solfatares sont disséminées sur le globe, mais celles de la Sicile sont les seules qui se prêtent avec avantage à l'exploitation, à cause de leur nombre prodigieux. On compte, en Sicile, 200 solfatares. Elles occupent une longueur de 250 kilomètres ; ce qui revient à dire que le sol presque tout entier de l'île est une vaste soufrière. Les solfatares de la Sicile pourraient suffire, à elles seules, à l'alimentation du monde entier, et, au fond, elles y suffisent aujourd'hui, car les quantités de

soufre natif que l'on extrait des autres solfatares, ou des pyrites, ne sont que des quantités insignifiantes, en présence des masses énormes de produits dont la Sicile inonde les marchés européens.

Après les solfatares de la Sicile, il faut citer celle de Pouzzoles, moins peut-être par la quantité du soufre que l'on en extrait aujourd'hui et qui se réduit à de bien faibles proportions, que pour la célébrité de ce gisement soufrier. La solfatare de Pouzzoles qui, de nos jours, a si peu d'importance commerciale, a été exploitée de toute antiquité. Elle fournissait le soufre aux anciens Romains, qui l'appelaient *Forum Vulcani* (*antre de Vulcain*). Pline, qui parle de l'extraction du soufre de Sicile, ne dit point à quelle date l'on commença à l'exploiter : il dit seulement que la solfatare de Pouzzoles est un volcan éteint.

Ce serait pourtant une grande erreur de croire que les mines de soufre se trouvent uniquement autour des volcans en activité. Les solfatares les plus productives, celles de Pouzzoles et de la Sicile, sont, il est vrai, situées près de deux volcans en activité, le Vésuve et l'Etna, mais les autres sont éloignées de tout volcan. Nous avons en France des mines de soufre à Apt; nous en possédons dans l'Afrique française, aux environs de Constantine : chacune de ces localités est bien distante de tout volcan.

Dans l'Italie centrale, près de Bologne, on exploite un filon de soufre de 25 kilomètres de longueur, et qui fournit chaque année 25,000 tonnes de soufre.

Les États pontificaux renferment aussi des solfatares, dont les minerais sont peu riches et ne fournissent guère annuellement plus de 500 tonnes de soufre.

Des dépôts de soufre existent dans les trois provinces de Forli, Urbino et Pesaro. Composés d'un mélange de chaux, de gypse et de carbonate de chaux, ils forment des couches de 4 à 8 mètres d'épaisseur, sur une longueur de 30 kilomètres. Le minerai que l'on en extrait fournit environ 15 pour 100 de soufre brut, qu'on raffine à Rimini.

L'Espagne possède beaucoup de soufrières; mais deux seulement sont exploitées sur une échelle vraiment importante. Les usines où l'on traite le soufre sont situées au nord-ouest, non loin de Téruel (Aragon). Le soufre forme des lits horizontaux, alternant avec du calcaire.

La même constitution géologique se trouve au sud-ouest, près de Lorca, dans la province de Murcie. Là, 14 usines traitent les minerais de soufre. Le voisinage des îles Baléares, qui fournissent le bois, permet de raffiner le soufre à très-bon marché. Au sud-ouest, dans la province d'Alicante le soufre natif se trouve mélangé à de l'argile bleuâtre, qui renferme, en outre, de nombreux cristaux de quartz brillants. Ce minerai est traité par les mêmes procédés que ceux qu'on emploie en Sicile, et que nous décrirons plus loin. Enfin le minerai d'Asces (Andalousie), à la pointe sud de l'Espagne, est exploité.

Dans le district de Cracovie, au sommet supérieur de la contrée où se trouvent les salines de Wieliska, on exploite, depuis près de cinq cents ans, une couche de marne argileuse grise et de soufre, de 80 mètres d'épaisseur. Cette couche est tout enveloppée de sel gemme. Elle se compose de filons alternatifs de marne pure et de marne sulfureuse ou de gypse, disposés dans l'ordre suivant, d'après M. Knapp.

Marne grise..............		38m,00
Première couche de soufre repliée sur elle-même...	0m,30 à	1 ,00
Marne grise..............		4 ,00
Deuxième couche de soufre repliée sur elle-même...	2m,30 à	3 ,00
Marne grise..............		4 ,00
Troisième couche de soufre.		0 ,65
Marne grise..............		4 ,00
Quatrième couche de soufre.		0 ,65
Marne grise..............		4 ,00
Cinquième couche de soufre.		0 ,65

« Ce terrain, ajoute M. Knapp, renferme donc cinq couches sulfureuses dont l'épaisseur totale est comprise entre $3^m,50$ et $6^m,50$. La couche supérieure contient du soufre en grains, présentant la forme et la grosseur des grains de chènevis ; les autres couches fournissent des blocs de $0^m,05$ à $0^m,10$, d'une grande pureté, puisqu'un échantillon soumis à la distillation ne donne que 0,2 p. 100 de résidu terreux. En 1862, ces exploitations ont fourni de 800 à 850 tonnes de soufre brut ; ce produit est principalement employé dans les fabriques de soude de Bohême.

« A Rodoboj, dans la région de Krapina, en Croatie, on rencontre des gangues sulfureuses, d'un brun foncé, composées d'une masse argileuse tendre et de cristaux de gypse libres ; elles ont de $0^m,30$ à $0^m,50$ d'épaisseur. Le soufre s'y trouve en rognons d'une couleur jaune foncé dont le poids varie de $0^{kil},030$ à plusieurs kilogrammes. Il est assez pur, et, d'après les analyses de Leithner, ne renferme que 2 à 5 p. 100 de matières étrangères. Par un triage à la main et un traitement par l'eau, on commence par amener la masse à contenir de 30 à 70 p. 100 de soufre, puis on la soumet à une purification dans des fours de sublimation et de distillation.

« En 1858, à Rodoboj, la production en soufre épuré a été de 90 tonnes (1). »

L'île de Milo, en Grèce, renferme un gisement de soufre qui fournit un minerai riche à 40 pour 100, dont on ne retire cependant que peu de produit.

Dans le pachalik de Tripoli, il existe une mine de soufre très-importante par l'abondance et la richesse du minerai.

Dans l'isthme de Suez, au bord de la mer Rouge, près de Boghar, et sur une étendue considérable, se trouve un des plus beaux gisements de soufre qui soient au monde. Découvert en 1850, il fut mis en exploitation en 1851. On retirait du minerai 45 pour 100 de soufre très-pur et l'extraction de 100 kilogrammes de soufre ne revenait pas à plus de 2 fr. 50, vu le bas prix de la main-d'œuvre. Le transport de la marchandise de la mine jusqu'à Kéneh, à cinq journées du désert, s'opérait à dos de chameau, et de Kéneh à Alexandrie, on avait le Nil. Avec le prix du transport, le soufre d'Égypte, rendu à Alexandrie, lieu d'embarquement pour l'Europe, ne revenait pas à plus de 7 francs les 100 kilogrammes. Cependant, on n'a point vu figurer depuis 1851 le soufre parmi les articles de provenance égyptienne. Cela est fâcheux, car ces mines, bien exploitées, auraient en peu de temps, non-seulement fourni tout le soufre dont l'Égypte a besoin, mais encore auraient suffi à une exportation annuelle considérable.

Faute de soins, l'entreprise est restée jusqu'ici frappée de stérilité. Une exploitation plus active et mieux entendue pourrait triompher des difficultés qui ont empêché la réussite d'un premier essai. L'ouverture du canal de Suez ayant changé les conditions commerciales de l'Égypte, il est à croire que l'exploitation du gisement de Boghar pourra être bientôt reprise dans de meilleures conditions, et qu'elle deviendra pour l'industrie et le commerce de l'Europe une précieuse ressource.

Au nord du Brésil, dans la province de Rio-Grande, on exploite les solfatares dont le produit alimente quelques régions de l'Amérique méridionale.

Dans cette revue des solfatares disséminées sur le globe, nous ne devons pas oublier celle de la Guadeloupe.

L'île de la Guadeloupe, aux Antilles, est traversée du nord au sud, par une chaîne de montagnes volcaniques. Parmi les montagnes dont se compose cette chaîne, et dont les sommets sont généralement de forme conique, on distingue : 1° la *Grosse Montagne*, les *Pitons de Bouillante* et ceux des *Deux Mamelles*, volcans aujourd'hui éteints, dont le sommet s'élève à une hauteur de 957 mètres ; 2° le groupe de *Houel-Mont*, d'une hauteur de 800 mètres environ ; 3° le *Morne*, dont la hauteur n'est pas exactement connue. Mais la plus remarquable de ces montagnes est la *Soufrière*, qui s'élève, dans la partie méridionale de l'île, à 157 mètres au-dessus du niveau de la mer. C'est un volcan à

(1) Knapp, *Traité de chimie industrielle*, traduit de l'allemand, in-8°, Paris, 1873, t. II, page 5.

demi éteint, dont le cratère laisse encore souvent échapper des fumerolles. Le nom de *Soufrière* lui vient de la grande quantité de soufre que l'on y trouve, et qui se volatilise par l'effet de la chaleur souterraine.

Le chemin qui conduit au sommet de la *Soufrière*, à la Guadeloupe, est jonché de pierres calcinées. A une certaine hauteur, dans un espace d'environ 8 mètres de diamètre, on ne rencontre que du soufre, des cendres et des terres volcaniques. Là s'ouvrent plusieurs fentes profondes d'où s'échappent des vapeurs, mêlées quelquefois de flammes, fentes au fond desquelles on entend comme un bouillonnement : il en sort aussi du soufre, qui s'attache à leurs parois. Le terrain est peu solide, et si l'on ne marchait avec précaution, on courrait risque de s'y enfoncer.

La *Soufrière* de la Guadeloupe produit du soufre de différentes espèces : l'une, semblable à des fleurs de soufre, en masses compactes et d'un beau jaune d'or ; l'autre, d'un jaune transparent comme de l'ambre.

On avait pensé que la *Solfatare* de la Guadeloupe pouvait se prêter à l'exploitation ; mais on a bientôt reconnu que la pauvreté des terres en soufre en rendrait l'exploitation illusoire.

Outre la *Soufrière* de la Guadeloupe, dont nous venons de parler, le Nouveau Monde possède la soufrière de Takara, au Pérou, et dans les Cordillères du Chili, celle de Cesso-Azuli, qui se fit jour subitement vers 1850.

Dans l'Amérique centrale, on connaît quelques solfatares, dont les vapeurs se caractérisent par la présence d'acide libre.

Dans les îles Aléoutiennes, est le pic de *Makoushkhin*, dont les parois antérieures sont couvertes de soufre.

Enfin, dans les Antilles, à côté de la Guadeloupe, les îles de Saint-Dominique et de Sainte-Lucie contiennent de magnifiques solfatares.

En Afrique, parmi les volcans à demi éteints et qui rejettent encore des cendres, on cite le *Djebel-Kebry* (montagne de soufre) et le *Djebel-Dokhain* (montagne de fumée). La première est une véritable solfatare.

Dans la Chine et le Japon, un grand nombre de volcans à demi éteints exhalent encore de la vapeur d'eau et des gaz sulfureux, mêlés d'émanations ammoniacales. Dans plusieurs parties de la presqu'île du Kamtchatka, on trouve des ravins remplis de soufre.

Une des plus grandes solfatares du monde est celle de *Gunnung-Prahou*, dans l'île de Java. Elle est située sur une chaîne de montagnes, dont le point culminant est cette solfatare même. Des colonnes de vapeur s'élevant du milieu d'une forêt annoncent de loin, par leur bruit, la solfatare de *Gunnung-Prahou*. Le cratère d'éruption forme une enceinte demi-circulaire de 12 mètres de hauteur, entourant une masse d'eau qui est dans un état permanent d'agitation, par suite des gaz qui la traversent sans cesse et qui soulèvent l'eau à la hauteur de plus d'un mètre. Les eaux, en sortant de ce gouffre, se précipitent dans la plaine, par une série de cascades naturelles. Leur chute fait trembler le sol et s'accompagne d'un bruit affreux. L'eau qui sort de ce goufre est rendue laiteuse par la présence du soufre, et sa température est de 66°. Une végétation luxuriante et particulièrement des fougères de 2 mètres de hauteur, couvrent les environs de la solfatare de *Gunnung-Prahou*.

Une autre solfatare célèbre est celle de Krisewik, en Islande. Une compagnie anglaise avait formé le projet d'exploiter la soufrière de Krisewik. Les études géologiques faites par M. Eugène Robert, et publiées dans le grand ouvrage intitulé *Voyage de la recherche en Islande et au Groënland*, étaient la base de ce projet. On sait que ce voyage fut entrepris, en 1835 et 1836, par ordre du ministre de la marine française, dans l'espoir de découvrir les preuves de

la disparition du brick *la Lilloise*, commandé par l'infortuné capitaine Blosseville. Le capitaine Tréhouart, depuis amiral de France, dirigeait les recherches au milieu des glaces flottantes et des banquises. Malheureusement on ne put découvrir la moindre épave de la *Lilloise*, et il resta prouvé que ce brick avait dû périr corps et biens.

La *Description géologique de l'Islande*, publiée par MM. Gaimard et Eugène Robert à la suite de l'expédition de la *Recherche*, est le seul document scientifique rigoureux que l'on possède encore sur ce pays d'une exploration si difficile. C'est d'après les faits consignés dans cet ouvrage, qu'une compagnie anglaise, dirigée par M. Thomas, a conçu le projet d'exploiter la soufrière de Krisewik (1).

On ne peut rien préjuger encore du résultat de cette entreprise industrielle, tentée au milieu des déserts de l'Islande. Quoi qu'il en soit, pour donner au lecteur une idée des soufrières de Krisewik, nous rapporterons un passage de la relation qu'a donnée M. de Chancourtois, dans son *Excursion en Islande pendant le voyage du prince Napoléon dans les mers du Nord*, de sa visite aux soufrières de Krisewik.

« Le groupe de Krisewik, dit M. Ch. Edmond, est situé sur le versant sud-est de la chaîne qui domine la plaine du lac Kleifavatn, en formant le bord du massif montagneux développé au nord de Krisewik, dans la presqu'île du Gerlbringusysla. Ce massif est principalement composé de tuf pyroxénique ou palagonitique traversé et surmonté par des coulées de phénolithes. La vallée de Mohals, qui le découpe intérieurement, est remplie par une énorme coulée de lave basaltique, et au-dessus du point où se trouvent les soufrières, la chaîne du tuf est disloquée et coupée de dykes de laves, qui prouvent la préexistence, en ce point même, de phénomènes éruptifs importants. Vers le milieu du flanc de la montagne, on rencontre deux bouches qui jettent des jets violents et considérables de vapeurs; les phénomènes qu'offrent ces bouches d'émanations sont tout à fait du même ordre que ceux des geysers, à cette différence près que l'eau n'y est pas condensée et que le dégagement est plus sulfureux. Plus bas, presque au niveau de la plaine, dans les ravins qui découpent la base de la pente, se trouvent les véritables fumerolles sulfureuses. Deux d'entre elles crachent encore des jets de vapeur et d'eau analogues à ceux que fournissent les petites bouches du groupe des geysers, et seulement plus importants. Mais ce qui caractérise là, principalement les phénomènes d'émanation, c'est la prédominance des vapeurs sulfureuses qui altèrent toutes les roches du voisinage et constituent de véritables solfatares ou soufrières.

« D'après M. Bunsen qui a fait une étude chimique approfondie de ces phénomènes, les gaz qui se dégagent avec la vapeur d'eau contiennent, avec 80 p. 100 d'acide carbonique, 15 p. 100 d'hydrogène sulfuré ou acide sulfhydrique. C'est ce dernier gaz qui, sous l'action de l'air et de l'eau chaude, se transforme partiellement en acide sulfureux, puis en acide sulfurique qui attaque les roches, tandis qu'une partie du soufre se sépare et se condense.

« Les produits de l'attaque des roches par l'acide sulfurique sont des résidus argileux qui forment une boue liquide où l'on retrouve mélangés des fragments de phonolithe ou de tuf imparfaitement attaqués, puis du sulfate de chaux ou de gypse, qui forme au-dessus de cette boue les croûtes concrétionnées sous lesquelles se dépose le soufre en géodes cristallines, enfin des sulfates d'alumine et de fer qui s'effleurissent sur quelques points à la surface des dépôts boueux ou des concrétions gypseuses. La masse des boues et des concrétions reste imprégnée d'un excès d'acide sulfurique qui lui communique une acidité très-prononcée; de l'hydrogène sulfuré non décomposé et de la vapeur de soufre non condensée, et aussi un peu d'acide sulfureux, s'échappent et imprègnent l'atmosphère de leurs odeurs caractéristiques, en la troublant d'ailleurs par un brouillard opalin dans le voisinage des fumerolles.

« Telle est la constitution des soufrières, au milieu desquelles on ne doit s'aventurer qu'avec précaution, car la rupture des croûtes salines, qui craquent sous les pas, plongerait l'explorateur imprudent dans un abîme de boue brûlante. On ne peut éviter d'y endommager au moins ses bottes et ses habits; mais on est payé de ses peines par les belles géodes de soufre fibreux, cristallisé ou stalactiforme, que l'on découvre en brisant les concrétions gypseuses au milieu desquelles ce soufre sublimé se condense.

« Les soufrières de Krisewik sont trop peu importantes pour donner lieu à une exploitation utile. Elles sont surtout intéressantes au point de vue scientifique, comme montrant clairement la liaison des phénomènes geysériens et des émanations sulfureuses. Ces deux termes de la manifestation continue de l'activité volcanique se retrouvent séparés ou combinés dans plusieurs localités de l'Islande (1). »

(1) Voir le journal *Les Mondes* de M. l'abbé Moigno, tome XXX, pages 517-519 (mars 1873).

(1) *Voyage dans les mers du Nord, à bord de la corvette la Reine-Hortense*, par Charles-Edmond (Choiezki). Paris, 1857, in-8, pages 96-97 des *Notices scientifiques*.



Fig. 391. — Une mine de soufre à Girgenti, en Sicile.

CHAPITRE II

LES SOUFRIÈRES DE SICILE. — EXTRACTION DU MINERAI. — EXPLOITATION DU SOUFRE DE CE MINERAI. — LES CALCARONI. — RICHESSE DES MINERAIS DE SOUFRE DE SICILE. — QUANTITÉ DE SOUFRE PRODUITE ANNUELLEMENT PAR LA SICILE. — PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS AU PROCÉDÉ D'EXPLOITATION DES MINERAIS DE SOUFRE. — APPAREIL FAUGÈRE. — APPAREIL DE MM. ÉMILE ET PIERRE THOMAS.

Nous venons de signaler les solfatares les plus connues dans les deux mondes. De ce nombre considérable de gisements soufriers, il n'en est qu'un seul que l'on exploite avec avantage pour les besoins de l'industrie : nous voulons parler de celui de la Sicile. La solfatare de Pouzzoles fournit encore, il est vrai, une certaine quantité de soufre, mais cette exploitation présente un intérêt plutôt historique qu'industriel, car l'extraction du soufre n'est point continue, et n'occupe aujourd'hui qu'un petit nombre de personnes. Il faut en dire autant des soufrières de la Romagne et de la Toscane, ainsi que de quelques autres gisements propres à la Croatie et à la Carinthie.

Nous allons faire connaître la manière dont on exploite le soufre en Sicile, ainsi que les procédés suivis pour l'extraction du soufre du minerai amené à la surface du sol.

La Sicile tout entière semble former un vaste gisement de soufre, car on y rencontre ce corps simple à l'état natif depuis la base de l'Etna jusqu'à Sciarra, au midi de cette île. Ces gisements soufriers correspondent à 3 degrés en longitude, ce qui embrasse presque toute la largeur de la Sicile. Commençant a la base de l'Etna, ils

comprennent, à l'ouest, la province de Catane, au sud-ouest les provinces de Caltanisetta et de Girgenti, et s'étendent à l'ouest jusque dans les provinces de Trapani, et au nord-ouest jusqu'à Palerme.

Le minerai de soufre est accompagné de sel gemme, de calcaire, de marne et de sulfate de chaux. Il est mêlé quelquefois à du bitume, d'une odeur fétide. La gangue qui environne le soufre est calcaire. Rarement le soufre affecte l'état cristallin : il est en masses pulvérulentes.

Les couches qui recèlent le minerai soufrier sont inclinées de 35 à 40°. Leur épaisseur est excessivement variable, car elle varie de 3 mètres à 30 mètres. Ce dernier chiffre se rapporte aux mines de Sommatino, les plus riches de la Sicile. En raison de cette épaisseur, ces dépôts sont véritablement inépuisables.

Le nombre des points sur lesquels on a creusé des mines en Sicile est de 200 ; mais ce chiffre pourrait être aisément doublé; et si l'on substituait aux moyens grossiers d'exploitation aujourd'hui en usage les procédés perfectionnés de l'art des mines, on pourrait retirer aisément des soufrières de la Sicile quatre à cinq fois plus de produits.

Quoi qu'il en soit, le mode d'exploitation du soufre de la Sicile est des plus grossiers. Tout se borne à creuser une galerie, verticale ou oblique, de 30 mètres au plus de profondeur. Les procédés de boisage, d'étançonnage, qui sont aujourd'hui la base de toute exploitation minière, sont inconnus aux ouvriers siciliens. Les soufrières sont la propriété d'un petit nombre de familles puissantes, qui les afferment, moyennant un quart du revenu qu'elles peuvent fournir, et suivant des baux de courte durée conclus avec des entrepreneurs. Ceux-ci s'entendent avec les ouvriers pour extraire le minerai moyennant une partie du produit qu'on leur abandonne. Personne ne s'inquiète de creuser la mine conformément aux principes de l'art ou de l'hygiène. Après avoir foré une galerie plus ou moins inclinée, on atteint les couches de soufre et on taille la galerie en escalier. Des ouvriers armés de pics (*picconieri*) détachent le minerai, puis des enfants de dix à douze ans à peine (*caruzzi*) emportent les fragments, s'ils sont à l'état de blocs sur leurs épaules, et dans des corbeilles s'ils sont brisés. C'est tout au plus si l'on se préoccupe d'assécher la galerie, ou de creuser, comme on le fait dans toutes les mines, une galerie inférieure, pour donner l'écoulement aux eaux dans la vallée. Si la mine est inondée, on l'abandonne purement et simplement, et on en établit une nouvelle sur un autre point. Un propriétaire a installé, il y a quelques années, une machine à vapeur pour épuiser les eaux de sa mine, mais cette nouveauté a trouvé peu d'imitateurs.

Il faut nous hâter de dire qu'en Sicile le combustible fait défaut, que le bois est rare, et que le terrain ne recèle pas trace de houille. L'absence de routes, qui oblige à transporter le combustible à dos de mulet, est un autre obstacle à l'exploitation des soufrières. Ajoutons que sur cette terre classique du brigandage, le pays n'est jamais sûr, et que les populations sont, en général, mal disposées pour les étrangers. L'industriel et l'ingénieur sont médiocrement portés à créer des entreprises sérieuses dans de telles conditions, et c'est une chose triste que le contraste entre la prodigieuse richesse minière de la Sicile et les difficultés que rencontre l'exploitation de cette richesse.

Nous avons dit que la plupart des mines sont abandonnées, par suite de l'envahissement des eaux. Une société sicilienne s'est formée récemment pour exploiter les mines noyées de toute la province de Catane. Cette société a déjà réalisé de beaux bénéfices rien qu'en desséchant les mines abandonnées et reprenant pour son compte l'extraction du soufre. Mais que penser de

l'inertie des propriétaires qui abandonnent une source de revenus devant un accident sans importance?

On commence à extraire le minerai à la profondeur de 30 mètres. Les galeries sont creusées sans aucun plan préalable, et simplement dans la direction d'où l'on espère tomber sur la couche de soufre. Quand on a rencontré cette couche, on creuse des chambres de 10 à 12 mètres de largeur et de 20 mètres de hauteur, dont on soutient le plafond en laissant subsister des piliers de terre de 3 à 4 mètres d'épaisseur. Les enfants remontent le minerai le long des marches de l'escalier taillé dans la galerie.

Deux accidents très-différents, l'eau et le feu, menacent les mines de soufre. Quand on est inquiété par les eaux, les petits porteurs de minerai épuisent l'eau avec des cruches, qu'ils remontent au dehors. Si le travail à bras ne suffit pas pour obtenir l'épuisement, on fait quelques saignées horizontales, qui donnent écoulement aux eaux. Quand ces moyens sont impuissants, on abandonne la mine, ainsi que nous le disions plus haut. Installer dans une soufrière, une machine à vapeur, pour dessécher les eaux, paraîtrait bien simple aux ingénieurs français, anglais, allemands ou belges; mais allez dire cela aux propriétaires et ouvriers siciliens!

L'incendie n'est pas fréquent dans les mines de soufre; mais quand cet accident arrive, il n'a guère de remède. On n'a d'autre ressource que de boucher l'orifice, et de laisser la combustion du soufre s'arrêter d'elle-même. Une fois déclaré dans une mine de soufre, le feu persiste plusieurs années. A Sommatino, une certaine partie de la montagne est à feu depuis cinquante ans. En 1787, la mine de *Solfatara-grande*, près de Sommatino, fut la proie d'un incendie si violent, qu'on fut obligé de l'abandonner. Le soufre brûla sous terre, pendant deux ans. Au bout de ce temps, une nouvelle mine que l'on ouvrit dans la partie inférieure de la montagne, vint, par hasard, aboutir à la région incendiée. Par cette voie accidentelle de communication, on vit s'écouler des masses énormes de soufre fondu, qui provenaient de la partie profonde de la montagne en proie à l'incendie : c'était du soufre pur provenant de la fusion du minerai. On se mit en devoir de le recueillir, et on obtint ainsi environ 70,000,000 de kilogrammes de soufre, sans compter celui qui fut perdu, parce qu'il coulait dans une petite rivière passant près de la mine.

Si l'on nous demande quelle est la richesse en soufre des minerais de la Sicile, nous répondrons que rien n'est plus variable, en raison de l'irrégularité avec laquelle se sont faits les dépôts de soufre sortis de l'Etna ou de ses alentours. Les minerais de qualité inférieure renferment en moyenne 10 à 25 p. 100 de soufre; mais la proportion ordinaire est de 15 à 18 p. 100. Dans beaucoup d'exploitations on travaille des minerais qui ne renferment que 6 à 8 p. 100 de soufre.

Nous avons maintenant à examiner par quels moyens on retire le soufre de ces minerais, et nous aurons l'occasion de constater que si les travaux miniers sont singulièrement arriérés en Sicile, les procédés de traitement du minerai, pour en obtenir le soufre, ne sont guère plus avancés, et donnent lieu à des pertes énormes de produits.

Depuis une longue série de siècles, la rareté du combustible, l'absence de routes et de moyens de transport, ont conduit à adopter un procédé qui n'est que le rudiment de l'art métallurgique. Rien n'a été changé depuis les Romains au système d'extraction du soufre usité en Sicile. Si, par aventure, Cicéron, qui fut questeur en Sicile, si Archimède, qui illustra Syracuse, sa patrie, par ses découvertes et son génie, venaient, l'un ou l'autre, visiter de nouveau ces contrées, ils retrouveraient encore en vigueur, en plein XIXe siècle, les moyens qui ser-

vaient de leur temps à l'extraction du soufre.

Pour nous, physiciens et chimistes, il semble que le seul système rationnel d'extraction du soufre consisterait à renfermer les terres soufrées dans une capacité de pierre ou de métal exactement close (afin d'empêcher l'accès de l'air, qui brûlerait le soufre), puis à chauffer cette capacité, au moyen d'un combustible, bois ou charbon, brûlant à l'extérieur. La chaleur extérieure appliquée à la chambre close contenant les terres soufrées, déterminerait la fusion du soufre, et l'on recueillerait le produit à l'état liquide, par un canal d'écoulement qui l'amènerait au dehors. En chauffant plus fortement, on pourrait faire de cette capacité close un véritable alambic, et obtenir le soufre par distillation. Le soufre réduit en vapeurs se condenserait le long d'un canal, et s'écoulerait à l'état liquide. Mais en Sicile, le manque de combustible empêche de suivre ce procédé, prescrit par le raisonnement. Telle est du moins la réponse que font les Siciliens à cette objection des hommes de science.

La chaleur nécessaire à la fusion du soufre ne pouvant être empruntée à aucun combustible à portée de la mine, on demande cette chaleur au soufre lui-même. On brûle une partie du minerai de soufre, et la chaleur développée par la combustion de ce corps provoque la fusion du reste du soufre, qui s'écoule de la masse, et est recueilli à l'état liquide. En d'autres termes, on construit avec les blocs de minerai, une sorte de meule, semblable à une meule à plâtre, et l'on échauffe toute la masse en faisant brûler du soufre à l'intérieur de cinq ou six cheminées ménagées dans l'épaisseur de la meule.

Ce mode de traitement a des inconvénients de plusieurs genres.

En principe, il est d'abord irrationnel de détruire une partie de la substance même que l'on veut recueillir. Une certaine quantité de soufre reste nécessairement mêlée aux matières terreuses qu'il traverse, ce qui détermine une perte de soufre. Ensuite le soufre obtenu est nécessairement impur, car il est chargé de toutes les matières étrangères qu'il enlève aux terres qu'il rencontre en coulant. De plus, si la masse est trop chauffée et que la température arrive à 150°, le soufre s'épaissit, devient visqueux et cesse de couler. Disons enfin que le soufre qui sert à chauffer la masse, par sa combustion, répand dans l'air du gaz acide sulfureux, qui exerce sur la végétation des campagnes, dans un rayon fort étendu, une influence très-nuisible. Ce dernier fait est si patent que les meules de soufre sont interdites pendant tout l'été, une partie du printemps et de l'automne ; de sorte qu'elles ne marchent guère que cinq six à mois par an.

Voilà bien des inconvénients, bien des vices de ce système; arrivons pourtant à sa description.

Le traitement des minerais de soufre de Sicile s'est fait, jusqu'à l'année 1851 environ, dans de petites meules, qui ne contenaient pas plus de 2 mètres cubes, ou 4,000 kilogrammes de minerai. On appelait *carcarello* cette espèce de meule de forme conique, composée de blocs de minerai, à l'intérieur de laquelle on faisait brûler du minerai. Avec cette petite quantité de matière la fusion du soufre était très-prompte, mais la perte était énorme : on ne recueillait pas plus de 30 pour 100 de la teneur du minerai en soufre. En augmentant dans des proportions considérables, le volume des meules à soufre, on réalisa un perfectionnement d'une grande importance.

Aujourd'hui, les meules que l'on construit en Sicile, et que l'on désigne sous le nom de *calcaroni*, ont des capacités qui vont jusqu'à 1,000 mètres cubes et un diamètre de 20 mètres. Le poids de minerai que renferme un *calcarone*, va jusqu'à 800 tonnes. En opérant sur de pareilles masses, on est parvenu

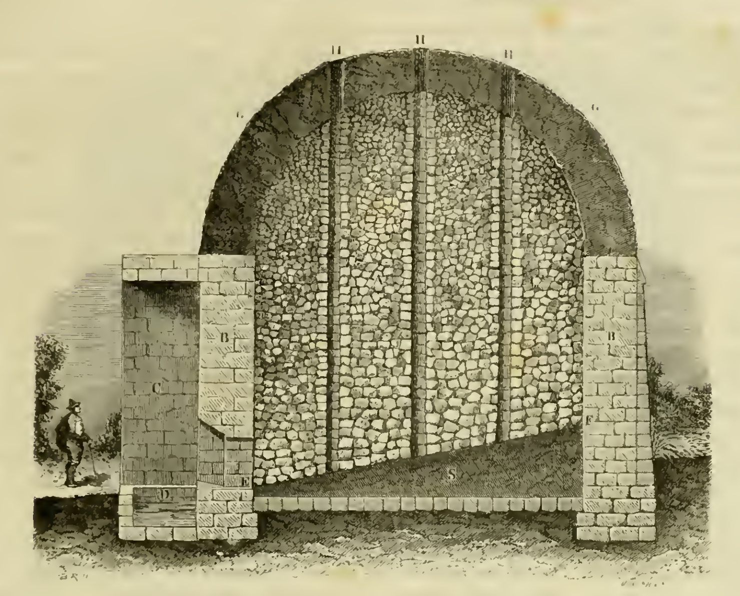


Fig. 392. — Un calcarone ou meule de soufre, en Sicile (coupe verticale).

a réduire de beaucoup les frais de l'opération, à diminuer les pertes de soufre, ainsi que les proportions de gaz sulfureux qui se dégagent dans l'air. Enfin, on a pu, grâce à cette nouvelle disposition, extraire le soufre de minerais jugés jusque-là trop pauvres pour être exploités.

Un *calcarone*, ou meule de soufre (fig. 392), est construit à peu près comme nos meules de plâtre, dans une excavation de forme circulaire, qui a 15 à 18 mètres de diamètre, et qui est inclinée dans le sol, de manière à y pénétrer de 1 mètre à la partie la plus haute et de 2 mètres à la partie la plus basse. Cette inclinaison est destinée à faciliter l'écoulement au dehors du soufre fondu. La meule est disposée en forme de voûte, les blocs les plus gros étant placés vers la base, et leur dimension diminuant à mesure que l'on arrive au sommet du tas. On termine avec du minerai fin. Cinq ou six conduits verticaux entièrement vides, forment des espèces de cheminées, à l'intérieur desquelles on jette du soufre enflammé. L'extérieur de la meule est revêtu d'une couche, plus ou moins épaisse, de terre très fine, provenant des résidus d'opérations antérieures. L'air traversant cette couverte (dont on augmente à volonté l'épaisseur) entretient la combustion à l'intérieur. La chaleur se propage peu à peu dans toute cette masse, et détermine la fusion du soufre contenu dans le minerai. Le soufre fondu se réunit à la partie inférieure, et s'écoule continuellement par une rigole, qui l'amène à l'extérieur.

On reçoit le soufre liquide dans de grands moules en bois, où il se solidifie. L'opération dure de 30 à 40 jours. Cette lenteur en assure le succès et empêche la déperdition de trop fortes quantités de soufre. On estime que l'on recueille ainsi 70 p. 100 de la quantité

de soufre existant dans le minerai, c'est-à-dire que la perte n'est que de 3 p. 100.

La figure 392 présente une coupe verticale et la figure 393 une coupe horizontale pratiquée à la base d'un *calcarone* tel qu'on les construit en Sicile.

BB, est un mur de 10 mètres de hauteur, à l'intérieur duquel on élève la meule de minerai; C, est une autre partie en maçonnerie, accolée à la première, et qui doit recevoir le soufre fondu dans une cavité placée à sa partie inférieure. La *sole*, ou base du four, EF, est fortement inclinée, pour donner l'écoulement au soufre fondu qui doit se réunir dans le bassin D. La meule est enveloppée d'une chemise terreuse, GG, composée de résidus de minerai, et qui laissera passer par ses interstices assez d'air pour entretenir la combustion du soufre à l'intérieur, et pour donner issue au gaz sulfureux, résultant de la combustion. L'ouvrier peut, selon l'épaisseur donnée à cette chemise terreuse, augmenter ou réduire la quantité d'air qui pénètre dans l'intérieur de la meule et rendre ainsi la marche de l'opération plus ou moins rapide. C'est le même artifice que l'on emploie dans nos forêts, pour fabriquer le charbon de bois : selon l'épaisseur de la couche terreuse qui enveloppe la meule, on active ou on ralentit la combustion du bois.

A l'intérieur de la meule sont ménagés de petites cheminées verticales, II,II,II, qui serviront à allumer la masse.

C'est en jetant dans ces petits conduits de la paille imprégnée de soufre ou des branches de bois résineux, que l'on allume le feu à l'intérieur de la meule.

Douze heures après que l'on a mis le feu au minerai contenu dans ces petits conduits, on ferme les orifices supérieurs de ces conduits, qui avaient été maintenus ouverts jusque-là : les interstices de la chemise terreuse suffiront pour entretenir la combustion.

L'allumage ayant commencé par la partie supérieure du *calcarone*, la combustion se propage de haut en bas. Le soufre du minerai qui n'est point brûlé fond, et descend dans les couches inférieures, qui sont encore froides, et il s'y solidifie. Le même phénomène se produisant de couche en couche et de haut en bas, la partie inférieure de la meule finit par s'échauffer. Alors le soufre qui s'y trouve rassemblé entre en fusion, coule, et remplit bientôt le bassin E.

Ce n'est qu'un mois après le commencement de l'allumage, que ce bassin est rempli de soufre liquide. C'est alors que l'on commence à le recueillir. Une cloison de terre ferme ce bassin E. On y perce un trou, que l'on agrandit peu à peu. Le soufre coule dans le réservoir D, et la coulée continue pendant 4 à 5 semaines.

A mesure que le soufre arrive dans le bassin D, on le puise avec des cuillers de fer, et on le coule dans des moules en bois humides, où il se solidifie et donne des blocs du poids de 50 à 60 kilogrammes, que l'on désigne sous le nom de *ballates*. Il constitue ainsi le *soufre brut*, qui nous arrive en morceaux plus ou moins gros, parce qu'ils ont été brisés par l'effet du transport.

Il faut un mois et demi ou deux mois pour une opération, et comme les *calcaroni* ne brûlent que cinq à six mois de l'année, on ne fait dans chaque campagne que deux ou trois opérations.

On distingue dans le commerce, quatre sortes de soufre brut, qui dépendent de la richesse du minerai soumis à la liquation : la *première sorte*, — la *belle seconde*, — la *seconde sorte*, — et la *troisième*. La quantité des corps étrangers varie de 2 à 3 pour 100 de la première à la quatrième sorte.

Les 200 mines exploitées dans les solfatares de la Sicile occupent 5,000 ouvriers (*picconieri*) et 10,000 enfants (*caruzzi*). Les rendements sont, pour le minerai dit *extraordinaire*, de 25 p. 100 de soufre; pour le

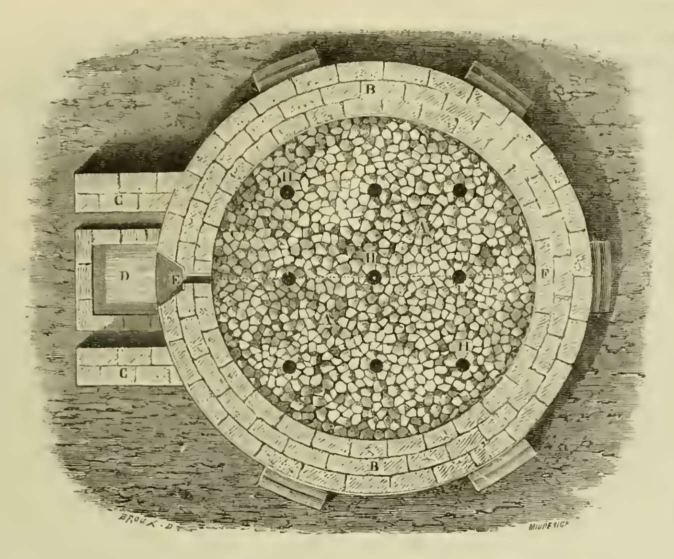


Fig. 393. — Calcarone sicilien (coupe horizontale pratiquée à la partie inférieure).

minerai *riche* de 20 p. 100, pour le *bon minerai* de 15 p. 100; pour le *médiocre* de 8 p. 100. On rejette le minerai au-dessous de ce rendement.

Le soufre brut se vend à Palerme 125 francs environ la tonne (1,000 kilogrammes).

La production annuelle du soufre brut de Sicile est évaluée à 208,655,000 kilogr.

Voici quelle a été la distribution de ce soufre brut entre les différentes nations industrielles, pendant l'année 1869 :

Grande-Bretagne.	85,921,400 kil.	
France.........	51,549,000	
États-Unis d'Amérique.........	15,350,000	208,655,000 kil.
Allemagne......	5,716,900	
Russie..........	3,700,000	
Autres nations...	46,426,700	

De cette quantité, un tiers est employé pour le soufrage des vignes en France, en Italie et en Espagne; les deux autres tiers servent pour les usages de l'industrie.

De 200 mines qui existent en Sicile, la moitié ne produit guère que de 100 à 300 tonnes de soufre par an, faute de capitaux, 50 produisent de 400 à 800 tonnes; 30 de 800 à 1,500 tonnes. Les 20 autres sont les grandes mines: elles donnent annuellement de 3,000 à 6,000 tonnes.

Nous n'apprendrons rien à personne en disant que, depuis un siècle, on a proposé toute sorte de perfectionnements au système d'exploitation que nous venons de faire connaître. Ne pouvant passer en revue tous les procédés qui ont été imaginés, nous nous bornerons à en citer deux, qui ont été soumis à l'expérience en grand.

Un industriel français, M. Faugère, a traité le minerai de Sicile avec avantage, en le plaçant dans les caisses de tôle disposées dans une étuve, et chauffant cette étuve par un fourneau disposé sur la paroi inférieure de la caisse de tôle. En même temps, des

tuyaux placés latéralement, donnaient accès aux gaz provenant de la combustion du bois et échauffaient les parois de la caisse. Chaque caisse contenait 1 mètre cube de minerai, et on faisait deux fontes par 24 heures, en brûlant un poids de bois égal à 6 pour 100 du minerai traité.

MM. Émile et Pierre Thomas ont substitué à la chaleur simple de l'étuve de M. Faugère, la vapeur à 5 atmosphères de pression, qui jouit de la température de 130 degrés, température supérieure à celle de la fusion du soufre.

Un cylindre en tôle, environné de bois, pour éviter les déperditions de chaleur, ayant 0^m,80 de diamètre et 4 à 6 mètres de longueur, est muni de rails, sur lesquels on fait glisser des chariots remplis de minerai. Ce minerai est maintenu par une enveloppe de tôle, trouée, concentrique aux parois du cylindre. Celui-ci étant chargé, on enlève le bout des rails dépassant le cylindre et on ferme hermétiquement le cylindre dans lequel on vient d'introduire le minerai. On fait alors arriver par un tube communiquant avec un générateur à haute pression, de la vapeur d'eau à cinq atmosphères. On expulse d'abord l'air par une étroite issue laissée à cet effet. Le soufre fond et se rassemble dans un récipient conique en tôle. Au bout d'une heure, le minerai est épuisé. On ouvre alors un robinet qui envoie la vapeur dans un autre cylindre semblable, en chasse l'air, et prépare une nouvelle opération. Quant au récipient où s'est ramassé le soufre, on le démonte et on le fait rouler, au moyen de rails, dans la partie de l'atelier où on coule le soufre.

MM. Émile et Pierre Thomas, assurent qu'en opérant chaque fois sur un mètre cube, on peut faire dix opérations par jour. Cet appareil est établi à Palerme, mais il ne paraît pas avoir encore fourni des quantités notables de produit.

CHAPITRE III

L'EXTRACTION DU SOUFRE A LA SOLFATARE DE POUZZOLES. — ESSAI FAIT A NAPLES POUR LE TRAITEMENT DES MINERAIS SOUFRÉS PAR LE SULFURE DE CARBONE.

« Aucun des volcans connus, dit le minéralogiste d'Aubuisson, n'offre des faits plus intéressants, sous le rapport des productions opérées par les vapeurs, que le volcan presque éteint de la *Solfatara*, situé au milieu des *champs Phlégréens* du royaume de Naples, à un quart de lieue de Pouzzoles : il tire son nom du soufre qui s'y produit. Ses éruptions ont cessé depuis un temps immémorial; son cratère, cependant, tel qu'il existe aujourd'hui, a environ 2,200 mètres de circuit. L'intérieur présente comme une plaine, dont la partie occidentale est couverte de terre végétale et de châtaigneraies, tandis que la partie orientale n'est formée que d'une terre blanche, produit de la décomposition des laves attaquées par les vapeurs des *fumerolles* qui s'élèvent d'un grand nombre de points de cette partie. Ces fumerolles, dont la chaleur approche quelquefois de celle de l'eau bouillante, consistent principalement en gaz hydrogène sulfuré. Dès que ce gaz se trouve en contact avec l'air atmosphérique, il se décompose; l'hydrogène, se combinant avec l'oxygène, forme de l'eau ; une partie du soufre se dépose dans son état naturel, tandis qu'une autre partie, en s'oxygénant, se convertit en acide sulfurique, lequel, par son action sur les matières environnantes, donne naissance à divers sulfates, notamment à des sulfates d'alumine et de fer. Le premier, qui est l'objet d'une exploitation, se présente sous un grand nombre de formes diverses : tantôt ce sont des croûtes fibreuses de quelques lignes d'épaisseur, tantôt ce sont des mamelons, des tubes, des grappes. Les vapeurs sont quelquefois chargées de sulfure de fer, et se couvrent d'un enduit pyriteux; tels sont les parois de quelques grottes et les corps qu'on expose à leur action. »

Sur les bords de l'ouverture de la solfatare de Pouzzoles se déposent des concrétions blanches ou jaunâtres. M. de Luca, professeur de chimie à l'Université de Naples, a analysé ce produit, et consigné le résultat de son analyse dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (janvier 1873).

M. de Luca appelle des *stalagmites* ces concrétions d'origine volcanique. Elles sont sans odeur, ont un goût styptique astringent, qui rappelle celui des composés de fer et



Fig. 394. État actuel de la solfatare de Pouzzoles.

d'alumine. Elles sont complétement solubles dans l'eau. Voici leur composition chimique.

Acide sulfurique	20,7
Acide sulfureux	3,6
Acide arsénieux	1,5
Alumine	7,9
Chaux	6,9
Ammoniaque	5,3
Chlore	1,5
Fer à l'état de protoxyde	1,4
Silice	0,8
Eau (dosée à la température de 100°).	27,8
Acide phosphorique, magnésie, potasse, soude, etc	22,7
	100,0

Il est évident que les acides sulfureux et sulfurique qui existent dans ces dépôts, cristallins ou amorphes, proviennent de l'oxygénation par l'air, du soufre qui émane de la solfatare, et qui, mêlé a la vapeur d'eau et à de l'acide carbonique, constitue les *fumerolles*.

Nous n'avons pas besoin de dire que les fumerolles qui émanent du cratère de la solfatare de Pouzzoles ne sont nullement exploitées pour en retirer du soufre. Les gaz brûlants qui se dégagent de ce soupirail d'ancien volcan, ne sont qu'un objet de curiosité pour le touriste. Pour se procurer le soufre, on ramasse la terre qui remplit l'espèce de plaine occupant aujourd'hui l'ancien cratère de la solfatare, ou bien on pratique des excavations sur différents points de cette montagne volcanique.

Le procédé qui sert à extraire le soufre de ces terres volcaniques est très-rationnel; c'est le procédé par distillation, auquel nous faisions allusion dans le chapitre précédent.

A Pouzzoles, on remplit de ce minerai des creusets de forme oblongue, tels qu'on les voit dans la figure 395. Ces creusets sont contenus, au nombre de 14 ou 16, dans une sorte de longue voûte, c'est-à-dire dans le fourneau que les chimistes du siècle dernier appelaient *fourneau de galère*, à cause de sa ressemblance avec les galères à rames des anciens. On met dans chaque creuset environ 25 kilogrammes de minerai soufré, et on le ferme avec un disque de terre cuite, luté par une pâte argileuse. Chaque creuset AA', placé dans le fourneau, communique au moyen d'un ajutage, *cc'*, avec la partie supérieure d'un creuset en tout pareil, BB'. Un espace libre existe entre deux rangées de creusets. Dans cet espace on fait brûler du bois. Le soufre du minerai fond, puis se réduit en vapeurs, et passe par l'ajutage *cc'*, dans le vase B ou B', où il se condense à l'état liquide. Un orifice muni d'un tuyau, est percé à la partie inférieure

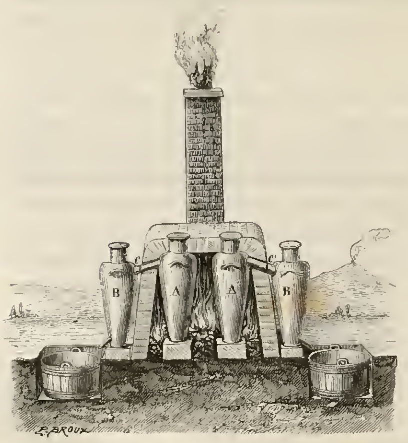


Fig. 395. — Appareil pour la distillation des terres de la solfatare de Pouzzoles.

du vase condenseur B ou B'. Le soufre fondu s'écoule par ce conduit, dans un baquet plein d'eau, où il se solidifie.

Il faut 70 kilogrammes de bois pour chauffer 12 creusets, contenant ensemble 300 kilogrammes de minerai; et on obtient ainsi près de 5 kilogrammes de soufre. On emploie un pot de condensation pour trois pots de distillation. Il faut 7 heures pour chaque opération ; et comme on peut faire trois opérations en 24 heures, un four bien conduit peut produire 300 kilogrammes de soufre par 24 heures.

Le soufre obtenu par distillation à Pouzzoles, n'est pourtant pas aussi pur que la théorie l'indiquerait. Comme le feu est difficile à conduire, l'ébullition, qui est souvent très-vive, projette des substances terreuses dans le condenseur.

Le soufre napolitain n'est donc pas plus pur que le produit sicilien. Il renferme 5 à 6 pour 100 de corps étrangers, de sorte qu'il est indispensable de le purifier, quel que soit l'usage auquel on le consacre. Nous verrons tout à l'heure par quel moyen on le purifie.

De même qu'on a cherché, en Sicile, à remplacer le *calcarone* par un système nouveau, on a voulu appliquer un procédé scientifique au traitement des terres de la solfatare de Pouzzoles. On sait que le sulfure de carbone est un excellent dissolvant du soufre. A Bagnoli, près de Naples, on a établi une usine où le minerai de la solfatare est lavé au moyen du sulfure de carbone, qui lui enlève tout son soufre.

Bien entendu que le sulfure de carbone est préparé sur les lieux, et en grandes masses. On obtient ce sulfure de carbone en faisant couler du soufre fondu dans un cylindre de fonte chauffé au rouge rempli de charbon de bois et de coke. Par le simple contact de ces deux corps, le soufre et le carbone se combinent, et donnent un liquide jaunâtre, le sulfure de carbone, qui coule à l'autre extrémité du tube. C'est avec ce liquide qu'on traite le minerai de la solfatare.

Ce minerai est introduit dans des cylindres en fonte, de 2 mètres de hauteur, parfaitement fermés. On fait alors couler du sulfure de carbone sur ce minerai, et on lui enlève ainsi complétement le soufre. Le sulfure de carbone qui sort de l'appareil de lavage, est saturé de soufre, car il en renferme près de 30 pour 100. Cette dissolution de soufre dans le sulfure de carbone est ensuite distillée dans un alambic. Le sulfure de carbone, liquide très-volatil, passe dans le récipient, et sert à de nouvelles opérations. La matière restée dans l'alambic est du soufre pur; il n'y a plus qu'à le couler dans des moules.

La grande quantité de combustible exigée pour cette opération, les pertes de sulfure de carbone pendant la distillation, enfin les dangers auxquels ce liquide vénéneux expose les ouvriers, sont autant d'inconvénients qui ont empêché ce procédé, très-rationnel au point de vue chimique, de prendre de l'extension.

CHAPITRE IV

LE RAFFINAGE DU SOUFRE. — APPAREIL DE MICHEL EMPLOYÉ A MARSEILLE POUR LA DISTILLATION DU SOUFRE. — APPAREIL LAMY. — APPAREIL DISTILLATOIRE ALLEMAND.

Le soufre brut, tel qu'il arrive de Sicile, est employé en cet état pour le soufrage de la vigne et pour la préparation de l'acide sulfurique; mais pour les autres usages auxquels on le consacre dans l'industrie, il doit nécessairement être purifié.

La distillation est le seul moyen de purifier le soufre. Un fabricant de Marseille, nommé Michel, est l'inventeur de l'appareil qu'on peut appeler classique, tant il s'est généralisé chez toutes les nations manufacturières de l'Europe. Il est si bien conçu que c'est à peine s'il a fallu le modifier dans quelques dispositions secondaires depuis son invention, qui remonte au commencement de notre siècle.

L'*appareil distillatoire de Michel*, employé aujourd'hui à Marseille dans plus de vingt usines et dont le système a été souvent imité sans jamais pouvoir être surpassé, se compose (fig. 396) de deux chaudières de fonte superposées, A et B, dont le fond est très-épais et qui sont mises en communication l'une avec l'autre au moyen d'un tube de fonte *a a*. Le soufre brut placé dans la chaudière A, fond et coule, au moyen du tube, *a a*, dans la chaudière B. Là, il se réduit en vapeurs, par l'action du foyer, et ces vapeurs pénètrent dans une vaste chambre, C, qui est bâtie en maçonnerie de briques. Au commencement de l'opération, la chambre étant froide, les vapeurs de soufre se condensent sous forme pulvérulente, et constituent du soufre en poudre, que l'on nomme vulgairement *fleurs de soufre*, pour désigner la pureté extrême de ce produit. On recueille les *fleurs de soufre* en balayant les quatre parois de la chambre.

Quand la distillation a duré quelques jours, les parois en maçonnerie de la chambre ont fini par s'échauffer, ainsi que l'intérieur de la chambre. Toute cette capacité est parvenue à une température supérieure à celle du soufre en fusion, qui est de 111 degrés. Alors le soufre ne peut plus se condenser sous forme solide et pulvérulente. Les vapeurs se condensent à l'état liquide, et ce liquide coule à la partie inférieure de la chambre, constituant une couche de soufre fondu, D'. Quand on veut recueillir le soufre, on débouche une ouverture que tenait fermée une tige de fer, D, et l'on recueille le soufre fondu dans un bassin, E, qui est chauffé, pour maintenir la matière à l'état liquide.

Pour donner au soufre la forme de bâtons ou de cylindres, qui constitue ce que l'on nomme les *canons de soufre*, on puise, avec

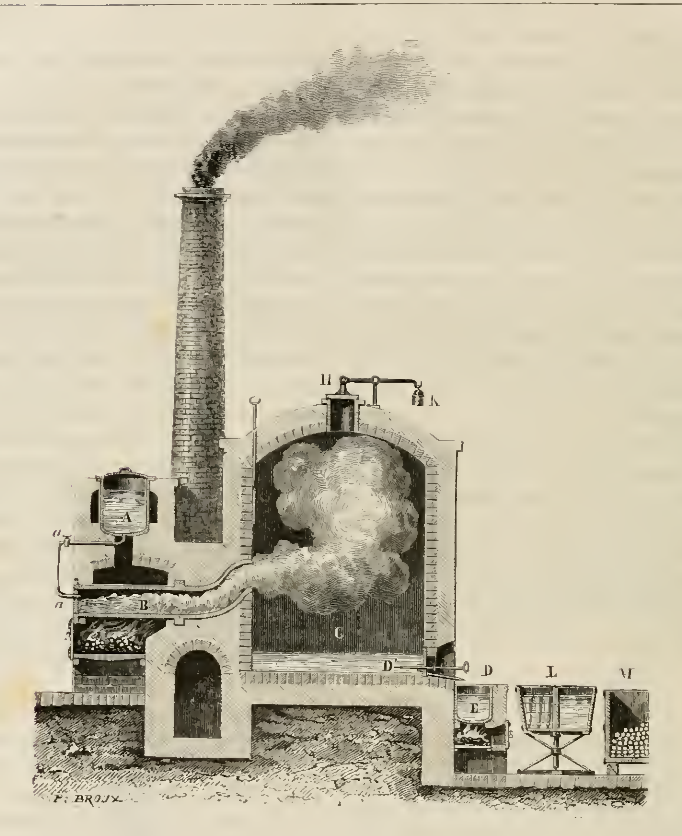


Fig. 396. — Appareil de Michel de Marseille, pour la distillation du soufre brut.

des cuillers, la matière fondue dans le bassin E, et on la coule dans des moules en bois plongés dans l'eau et renfermés dans une caisse, L. Le soufre en passant de l'état solide à l'état liquide, subit une grande contraction, de sorte qu'il suffit de secouer un peu les moules de bois, pour en retirer les canons de soufre, que l'on emmagasine dans une caisse M.

On fait varier les dimensions de la chambre en maçonnerie, selon que l'on veut faire prédominer dans le produit le *soufre en fleurs* ou le *soufre en canon*. Quand on ne veut obtenir que des *fleurs*, on se sert d'une chambre d'une assez grande capacité, pour qu'elle s'échauffe difficilement; on emploie de petites chambres quand on veut fabriquer surtout du soufre en *canon*.

Les chambres dans lesquelles on fabrique les *fleurs de soufre* ont de grandes dimensions : 80 à 100 mètres cubes de capacité. Les chaudières ont 1 mètre de diamètre. Toutes les six heures, on introduit 300 kilogrammes de soufre dans la chaudière supérieure, et de trois en trois heures on le fait tomber, à l'état liquide, dans la chaudière inférieure,

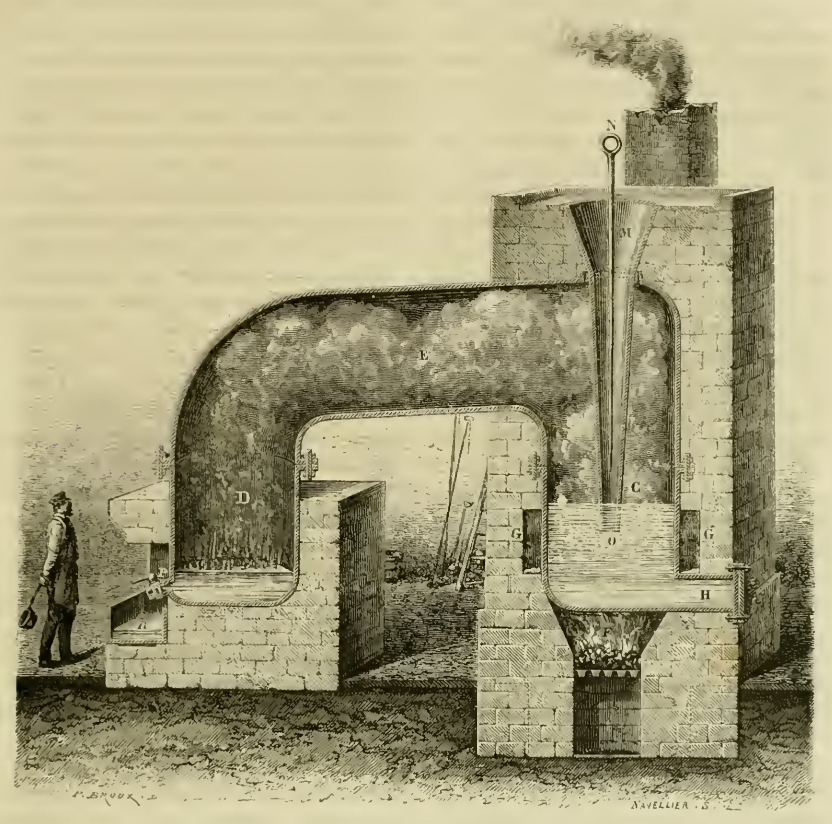


Fig. 397. — Appareil allemand pour la distillation du soufre.

par quantités de 150 kilogrammes chaque fois. Ce fractionnement a pour but d'éviter une usure trop rapide du fond de la chaudière inférieure, par l'accumulation de trop fortes quantités de matière. Une soupape H, fermée par un poids K, est pratiquée au sommet supérieur de la voûte de la chambre. Construite comme celle des machines à vapeur et fondée sur le même principe, cette soupape s'ouvre si la pression intérieure est trop forte, et l'on est ainsi à l'abri des explosions qui pourraient résulter de l'afflux trop considérable de vapeurs dans la chambre ou d'une tension trop forte de ces mêmes vapeurs déterminée par un feu trop vif.

Les soufres bruts qui ne contiennent pas plus de 2 à 3 pour 100 de matières étrangères, donnent une perte de 10 à 12 pour 100 de leur poids quand on les transforme en *fleurs*.

L'emploi du soufre pour combattre la maladie de la vigne est venu donner beaucoup d'importance à la fabrication du soufre en fleurs qui, autrefois, était insignifiante. Jus-

qu'à l'année 1855, on produisait nécessairement un peu de *fleurs* dans la distillation du soufre, mais on ne disposait pas, comme aujourd'hui, les chambres tout exprès pour en produire de grandes quantités. Aujourd'hui les usines de Marseille fabriquent des quantités considérables de soufre en fleurs, et un grand nombre d'autres se sont montées dans les départements de l'Hérault et de l'Aude, particulièrement à Montpellier, Cette, Béziers, Villeveyrac, etc., pour la fabrication des *fleurs de soufre*.

La fabrication des *fleurs de soufre* aurait pris une extension bien plus considérable encore dans les contrées viticoles du midi de la France, où le soufre s'emploie en masses énormes pour combattre l'*oïdium* ou maladie de la vigne, si l'on n'avait reconnu que l'on peut remplacer les fleurs de soufre, pour le traitement de l'*oïdium*, par le soufre brut, simplement réduit en poudre dans des meules et passé au tamis de soie. Le bas prix de cette substance et la facilité qu'ont les propriétaires de moudre et de tamiser eux-mêmes leur soufre, font donner aujourd'hui la préférence au *soufre trituré*.

La trituration du soufre brut vint heureusement arrêter l'excessive augmentation de prix des soufres sublimés. En effet, de 1856 à 1859, on payait les soufres sublimés jusqu'à 60 à 70 francs les 100 kilogrammes; aujourd'hui, ils ne valent, à Montpellier, que 25 à 26 francs. L'écart des prix entre le soufre trituré et la fleur de soufre n'est guère que de 6 à 7 francs, qui représentent la différence des frais de fabrication.

Dans le département de l'Hérault, la fabrication du soufre trituré mécaniquement, pour servir à combattre l'*oïdium* de la vigne, est dix fois plus considérable que la fabrication du soufre en fleurs. Ce chiffre est important, car le seul département de l'Hérault ne consomme pas moins de 12,000 tonnes de soufre par an, pour le traitement préservatif ou curatif des vignes.

L'appareil de Michel, de Marseille, a été légèrement modifié, en 1854, par M. Lamy, de Lille, qui proposa de remplacer la chaudière par des cylindres de $1^m,50$ de long, sur $0^m,50$ de diamètre, et qui introduisit quelques autres modifications secondaires dans la forme de la chambre. Mais ces modifications n'ont pas été admises dans la pratique, malgré le prix que l'Académie des sciences décerna à l'auteur pour ce perfectionnement.

On peut en dire autant d'un appareil qui a été construit par M. Déjardin, sur la demande de l'administration de la guerre, pour la production du soufre raffiné, destiné à fabriquer les poudres de guerre de l'État. Dans l'appareil Déjardin, qui a pour but de produire de petites quantités de soufre très-pur, la chaudière, qui a la forme d'une lentille aplatie, est munie d'un *réchauffeur*, qui ne contient pas moins de 600 kilogrammes de soufre brut.

L'appareil Déjardin est en usage à Marseille, dans les établissements de l'État, mais il ne saurait être employé dans l'industrie, vu la dépense du combustible qu'il entraîne.

Un appareil proposé par M. Clément, et breveté en 1854, diffère peu de celui de M. Déjardin.

En Allemagne, on a remplacé l'appareil volumineux de Michel, par un seul bâti de fonte, qui prend très-peu de place.

La figure 397 représente cet appareil. O, est la chaudière, dans laquelle on place le soufre brut; D, la chambre de condensation, qui se relie à la chaudière par un tuyau E, du même diamètre que la chaudière. F, est le foyer; G, G, les carneaux pour l'issue de la fumée; C, est un tube qui fait suite à un vaste entonnoir, M, et sert à l'introduction du soufre brut dans la chaudière. L'extrémité inférieure de ce tuyau débouche au-dessous du bain liquide, de sorte que la chaudière est toujours close, en ce point, par une fermeture hydraulique. Une énorme tringle de

fer, N, que l'on fait aller et venir à l'intérieur du tube, maintient toujours libre le passage du soufre. Un conduit H, fermé par un opercule en fonte, sert à nettoyer la chaudière. Quand on ouvre le robinet P, le soufre qui s'est condensé dans la chambre D, s'écoule dans le récipient R.

Cet appareil fournit du soufre en fleurs ou du soufre liquide, suivant le moment de l'opération; mais en raison des faibles dimensions de la chambre, on ne peut obtenir que de très-petites quantités de soufre en fleurs.

L'appareil allemand n'est qu'un vaste alambic distillatoire économique dans sa construction, mais qui ne saurait fournir, comme l'appareil Michel, en usage à Marseille, de grandes quantités de fleurs de soufre.

CHAPITRE V

EXTRACTION DU SOUFRE DES PYRITES. — SOUFRE PROVENANT DU GRILLAGE DES MINERAIS. — LE SOUFRE RETIRÉ DES MARCS DE SOUDE.

En Saxe, en Bohême, à Chessy, près de Lyon, on retire le soufre par la distillation de la pyrite de fer, c'est-à-dire du bisulfure de fer naturel. Par l'action de la chaleur seule, la pyrite de fer abandonne, en effet, une partie de son soufre. Ce procédé d'extraction du soufre a peu d'importance aujourd'hui, et le soufre ainsi obtenu ne figure que pour de très-petites quantités dans la production générale; mais il est intéressant de savoir que l'on pourrait, au besoin, se passer des soufres de la Sicile, et les remplacer par les pyrites chauffées en vase clos.

L'extraction du soufre du bisulfure de fer fut mise en usage en France sous le premier Empire, par un manufacturier nommé Dartigues, au moment où le blocus continental empêchait l'arrivée des soufres de Sicile. Cette méthode était, du reste, déjà en pratique à cette époque, en Saxe et en Bohême, et on continue encore, dans ces deux pays, à distiller les pyrites, pour en retirer le soufre. Le résidu de l'opération constitue un sous-sulfure de fer, que l'on transforme ensuite en sulfate de fer, en l'abandonnant à l'action de l'air humide, qui oxyde à la fois le soufre et le fer.

Pour extraire le soufre des pyrites de fer, on distille le minerai dans des tuyaux cylindriques en poterie, qui sont rangés horizontalement dans un fourneau, au nombre de 12 ou 24, et qui reçoivent chacun 25 kilogrammes environ de minerai. Ces tuyaux sont fermés à leurs deux bouts. Un tuyau en terre adapté à une de leurs extrémités, conduit le soufre distillé dans un récipient où il se condense.

La figure 398 représente le fourneau dans lequel on décompose la pyrite, pour en extraire le soufre. On introduit le minerai dans des tuyaux de terre, D, D, D, par le bout le plus large, après avoir placé au bout le plus étroit une étoile en terre, qui donne issue aux vapeurs, et permet au soufre de couler. On ferme avec soin le bout le plus large avec un couvercle de terre, et l'on adapte au bout le plus étroit un tube recourbé en fonte (G, G, G) qui amène le soufre distillé dans un récipient R. Ces tuyaux, au nombre de douze ou de vingt-quatre, pour un même fourneau, ainsi que nous l'avons dit, sont légèrement inclinés, de manière que des deux extrémités qui dépassent le fourneau, la plus large soit la plus élevée, et la plus étroite la plus basse.

Tous les sulfures de fer naturels ne sont pas également propres à l'extraction du soufre : le bisulfure de ce métal est le seul que, sous ce rapport, on puisse exploiter avec avantage; encore ne faut-il pas croire que le soufre qu'on en retire soit en proportion avec la grande quantité de soufre contenue dans la pyrite, quantité qui s'élève à 54 pour 100. On pourrait, il est vrai, en extraire la

moitié, c'est-à-dire 27 p. 100, sans nuire à la formation du protosulfate de fer, qu'on fabrique plus tard avec le résidu de l'opération ; mais la chaleur qui est nécessaire

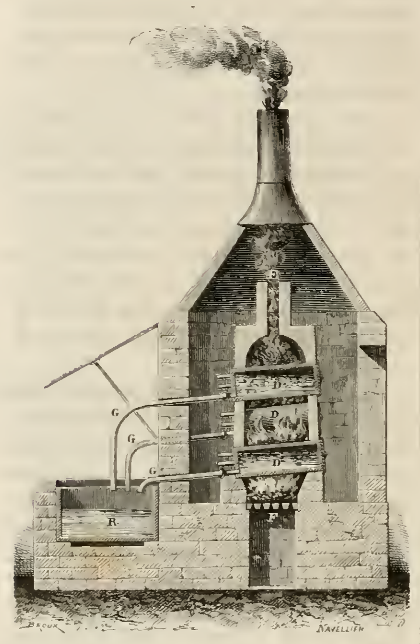


Fig. 398. — Extraction du soufre par la distillation des pyrites.

pour retirer cette quantité de soufre, amènerait la fusion du résidu, ce qui obligerait à briser les tuyaux pour extraire ce résidu. On est donc forcé de se borner à une chaleur modérée, qui est incapable de fondre la pyrite, mais insuffisante pour extraire plus que le quart du soufre qui y est contenu, c'est-à-dire environ 14 pour 100. En opérant à une faible chaleur, le résidu, qui demeure à l'état pulvérulent, est facilement retiré des tuyaux, pour être converti ensuite en sulfate de fer.

Dans son *Traité de chimie*, Payen établit en ces termes le compte de revient de cette industrie :

Extraction du soufre des pyrites dans un four double contenant 24 cylindres.

	Francs.
Pyrites (pour trois opérations en 24 heures), 1,800 kilogrammes........	2
Combustible, 1,000 kilogr. de houille.	40
Main-d'œuvre........................	8
Intérêts, usé, frais généraux..........	8
Produit = 252 kilogr. de soufre, coûtant.	58 fr.

252 kil. de soufre coûtant 58 fr. 100 kil. reviendront à 21 francs, prix plus élevé que la moyenne du cours commercial.

Le soufre provenant de la distillation des pyrites n'est pas pur : il renferme des quantités notables de sulfure d'arsenic. On le purifie en partie en le fondant.

Le soufre provenant de cette dernière opération porte dans le commerce le nom de *soufre fondu*. Mais pour le purifier entièrement, il faut le soumettre à la distillation. Le résidu de cette distillation est une espèce de soufre très-impur, que l'on désigne sous le nom de *soufre caballin*, et qui est employé dans la médecine vétérinaire.

La couleur jaune-rouge du soufre extrait des pyrites n'est pas seulement due au sulfure d'arsenic ; elle tient aussi à la présence du sulfure de thallium. Dans une pyrite d'Espagne, Crookes a trouvé 0,29 pour 100 de thallium.

Dans les usines de la Belgique où l'on traite la pyrite de cuivre pour en extraire le soufre, on peut recueillir une certaine quantité de soufre qui échappe au grillage de la pyrite, c'est-à-dire à son oxydation dans des fours. Le cuivre est alors un produit accessoire de l'extraction du soufre.

Dans le Hartz on préparait autrefois avec la pyrite de cuivre, le soufre dit *vierge*. Ce soufre présentait la forme de gouttes semblables à des stalactites, parce qu'on le faisait couler par une ouverture pratiquée sur le côté du tas de pyrites calcinées.

On retire encore aujourd'hui le soufre par grillage du cuivre sulfuré, à Agordo (Vénétie),

à Wicklow en Irlande et à Muhlbach (Salzbourg). Dans cette dernière localité, on a produit, en 1868, environ 100,000 kilogrammes de soufre brut.

Une source de soufre exploitée seulement depuis quelques années, commence à donner de remarquables résultats. Nous voulons parler du résidu de la préparation de la soude artificielle. On a vu dans la *Notice sur les soudes*, que la matière qui reste quand on a lessivé la soude brute obtenue par le procédé Leblanc, est un mélange de carbonate de chaux, de chaux caustique et d'oxysulfure de calcium. Un chimiste allemand, M. Schaffner, directeur de la fabrique de produits chimiques d'Aussig, en Bohême, a le premier réussi à retirer le soufre de l'oxysulfure de calcium qui existe dans les résidus de la fabrication de la soude artificielle, ou *marcs de soude.*

La régénération du soufre des résidus de la soude artificielle est une industrie qui a déjà acquis une véritable importance. M. Schaffner livre chaque année au commerce, 450 tonnes de soufre provenant des résidus de soude. La fabrique de Stolberg, près d'Aix-la-Chapelle, dirigée par M. Assenclever, ainsi que les fabriques de Manheim et de Cassel, produisent de grandes quantités de soufre régénéré des marcs de soude. En Angleterre, la plupart des fabriques de soude artificielle récupèrent par ce moyen le soufre de l'oxysulfure de calcium existant dans leurs résidus, et ce même procédé est déjà répandu dans plusieurs usines de Marseille. Il ne sera donc pas inutile d'entrer dans quelques détails sur ce système nouveau, qui constitue le progrès le plus récent de l'industrie du soufre.

Le principe de l'extraction du soufre de l'oxysulfure de calcium, résidu du lessivage de la soude brute, consiste à oxyder ce sulfure au moyen de l'air. Par l'action de l'oxygène de l'air, l'oxysulfure se transforme en un mélange de polysulfure de sodium et d'hyposulfite de soude, accompagnés d'un peu de sulfate de chaux. Quand l'oxydation est terminée, on lessive la masse par l'eau. Le sulfate de chaux, substance insoluble, n'est pas enlevé par l'eau, et l'on perd ainsi, il est vrai, une certaine quantité de soufre ; mais le sulfure et l'hyposulfite sont solubles et sont cédés à l'eau.

Ces lessives étant recueillies, on les traite par l'acide chlorhydrique, qui les décompose, en produisant un dépôt abondant de soufre. En effet, le polysulfure de calcium, traité par l'acide chlorhydrique, fournit de l'hydrogène sulfuré et un dépôt de soufre ; et de son côté, l'hyposulfite de soude, traité par le même acide chlorhydrique, donne un dépôt de soufre.

Les équations chimiques suivantes expliquent ces réactions :

$$\underbrace{S^2Ca}_{\text{Polysulfure de calcium.}} + \underbrace{ClH}_{\text{Acide chlorhydrique.}} = \underbrace{ClCa}_{\text{Chlorure de calcium.}} + \underbrace{SH}_{\text{Hydrogène sulfuré.}} + \underbrace{S}_{\text{Soufre.}}$$

Ce qui veut dire qu'un équivalent de polysulfure de calcium et un équivalent d'acide chlorhydrique, produisent un équivalent de chlorure de calcium et un équivalent d'hydrogène sulfuré, avec la mise en liberté d'un équivalent de soufre.

$$\underbrace{2(SO,NaO)}_{\text{Hyposulfite de soude.}} + \underbrace{Cl^2H^2}_{\text{Acide chlorhydrique.}} = \underbrace{Cl^2Na^2}_{\text{Chlorure de sodium.}} + \underbrace{H^2O^2}_{\text{Eau.}} + \underbrace{2S}_{\text{Soufre.}}$$

C'est-à-dire que deux équivalents d'hyposulfite de soude et d'acide chlorhydrique produisent deux équivalents de chlorure de sodium, et mettent en liberté deux équivalents de soufre, avec formation d'eau.

Tels sont les moyens à l'aide desquels on produit l'oxydation des *marcs de soude* et la décomposition de ces corps oxydés, pour en retirer le soufre.

M. Schaffner, l'inventeur de ce procédé, se bornait, dans l'origine, à exposer les résidus de soude à l'action de l'air, en petits tas

de 50 à 60 centimètres de hauteur, qu'on arrosait de temps en temps et qu'on retournait plusieurs fois. Au bout de quelques mois d'exposition, on lessivait la matière par l'eau, et le résidu subissait de nouveau, pendant quelques jours, au contact de l'air, une nouvelle oxydation, après laquelle on lavait une seconde fois. Les eaux faibles, ainsi obtenues, étaient utilisées d'une manière méthodique, pour lessiver une matière plus riche en produits solubles. Toutes ces eaux de lavage réunies, traitées par l'acide chlorhydrique, donnaient lieu à un dépôt de soufre et à de l'eau, si la matière était assez oxydée et ne contenait que la dose d'hyposulfite qui correspond à celle du polysulfure. Si ce dernier était prédominant, il se dégageait aussi de l'acide sulfhydrique, ce qu'il importe d'éviter autant que possible.

A Stolberg, près d'Aix-la-Chapelle, M. Hasenclever, directeur de la fabrique de produits chimiques la *Rhenania*, a introduit le procédé de son gendre, M. Schaffner, en le perfectionnant. Le traitement des eaux chargées de polysulfure de calcium, dites *eaux jaunes*, s'opère, à Stolberg, dans deux cuviers, dans l'un desquels on verse l'acide, et dont l'autre est rempli de ces mêmes eaux destinées à absorber les gaz échappés du premier, quand il s'en est produit. L'opération terminée, le second vase reçoit à son tour l'acide, tandis que le premier sert, réciproquement, à retenir les gaz. Un simple mouvement de robinets permet de donner à chacun des vases le rôle qu'il doit jouer au moment voulu.

Le dépôt qui se forme, dans cette circonstance, n'est pas du soufre pur. Il contient 8 à 10 pour 100 de sulfate de chaux, dont il serait difficile de le séparer par une fusion opérée dans les conditions ordinaires. Cette séparation s'exécute d'une manière facile, en opérant, dans une marmite autoclave, avec le concours de l'eau chauffée à 120 degrés. Un agitateur remue la masse placée dans un cylindre, ou vertical, ou légèrement incliné. Le sulfate de chaux se délaye, et les gouttelettes de soufre se réunissent en une masse fluide, que l'on coule. Ce soufre est très-pur et propre à tous les usages, même à la fabrication de la poudre.

Cette régénération du soufre n'est pas seulement utilisée dans les usines d'Aussig et de Stolberg; elle a été introduite avec succès dans beaucoup d'autres fabriques, dans celle de Grisheim, près de Francfort, et dans celle de Manheim, où le directeur, M. Goudlack, extrait une tonne de soufre par jour.

En 1851, M. Ludwig Mond, prit en Angleterre un brevet d'invention pour substituer à l'oxydation faite en tas, une oxydation plus rapide, opérée sur des claies. En 1863, il prit un nouveau brevet, qui commence à être appliqué dans d'importantes usines anglaises.

Ce procédé consiste à oxyder le marc de soude, sans lui faire subir aucun déplacement, et dans le même bac à lixiviation qui le contient. Cette oxydation a lieu par un courant d'air qui, injecté au fond de ce bac, au moyen d'un ventilateur, s'échappe par la surface, après avoir circulé autour de chacun des fragments de sulfure oxydable. Aussitôt que l'oxydation est assez avancée, la masse est lessivée méthodiquement dans le même vase. Ces opérations successives sont répétées encore deux fois, et cela sans que la masse soit remuée. Toutes ces opérations, oxydations successives et lessivages, sont, à ce qu'affirme M. Mond, exécutées en soixante-douze heures. Il faut, pour cette opération nouvelle, un nombre de bacs une fois et demie aussi grand que celui qu'exige la marche ordinaire de l'opération, de telle sorte qu'en augmentant dans cette proportion cette partie du matériel, on économise la main-d'œuvre et les frais qu'entraînent la mise en tas, le tournement et le retournement des charrées.

Ces lessives de sulfure et d'hyposulgte

étant traitées par l'acide chlorhydrique, comme dans le procédé de M. Schaffner, fournissent un dépôt de soufre.

L'oxydation des marcs de soude ayant été réglée de manière à ce que les lessives contiennent deux équivalents de sulfure de calcium pour un d'hyposulfite, on les fait couler, avec une quantité équivalente d'acide chlorhydrique faible, dans des vases en bois ou en briques inaltérables par les acides. Il se précipite, sans dégagement sensible d'acide sulfhydrique, du soufre un peu grisâtre, mais pur, qui est fondu et livré au commerce.

Ce moyen de régénérer le soufre est aujourd'hui pratiqué dans quelques usines de Marseille, et dans l'usine de M. Merle, à Salindres (Gard).

CHAPITRE VI

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DU SOUFRE. — SES USAGES DANS L'INDUSTRIE.

Obtenu par l'un quelconque des procédés que nous venons de décrire, et soumis à des purifications suffisantes, le soufre est un corps simple dont il importe de connaître les propriétés générales, en vue des différents emplois qu'il trouve dans l'industrie.

Le soufre est de couleur jaune; il est mauvais conducteur de la chaleur et de l'électricité. C'est par suite de sa mauvaise conductibilité pour le calorique qu'un bâton de soufre tenu dans la main et échauffé à ce contact, se brise, en raison de l'inégale dilatation de ses molécules, qui détermine leur brusque séparation, c'est-à-dire la rupture du bâton.

Le soufre pèse deux fois plus que l'eau : sa densité est 2,08. Soluble dans très-peu de corps, il se dissout pourtant dans le sulfure de carbone et le chlorure de soufre, car la chimie nous a appris que les corps de nature analogue sont de bons dissolvants les uns pour les autres.

Le soufre cristallise en petites aiguilles, ou prismes aiguillés, quand on provoque sa cristallisation par fusion. Il cristallise en octaèdres quand on obtient les cristaux par l'évaporation d'une dissolution de soufre dans le sulfure de carbone. Mais au bout de quelque temps, ces cristaux octaédriques reviennent d'eux-mêmes à la forme prismatique. C'est là une des particularités les plus intéressantes de l'histoire du soufre.

La chaleur produit sur le soufre des phénomènes physiques extrêmement curieux, et dont les ouvriers des *calcaroni* de Sicile tiennent compte sans s'en douter. Il n'est fluide qu'à un certain degré de température. A 111°, il fond, et coule alors comme de l'huile. Telle est la température qu'il ne faut pas dépasser dans les *calcaroni*, pour que le soufre fondu puisse couler sans obstacle. Mais si on le chauffe au-dessus de 111°, au lieu d'augmenter de fluidité, il s'épaissit, et sa consistance ne fait qu'augmenter à mesure que sa température s'élève davantage. Quand il est parvenu à 220°, il est tellement visqueux que l'on peut retourner la cuiller ou le matras dans lequel on le chauffe, sans qu'il abandonne le vase.

A 400° le soufre entre en ébullition, et distille comme un liquide ordinaire.

Des phénomènes moléculaires fort curieux se produisent quand on refroidit brusquement le soufre fondu. Si l'on jette dans l'eau, pour le refroidir, du soufre fondu et visqueux, à la température de 300°, il reste mou et élastique après le refroidissement, et ne pourrait servir, en cet état, à prendre les empreintes, usage auquel on le consacre quelquefois. Mais si on le jette dans l'eau quand il est fondu, de manière à ne pas dépasser la température de 111°, il reste cassant et jaune après le refroidissement, et en cet état il sert à prendre les empreintes des corps.

Sous le rapport des propriétés chimiques, le soufre s'unit à l'oxygène, quand on le chauffe en présence de ce gaz, ou simplement à l'air, à la température de 400°. Le soufre, en brûlant, donne du gaz acide sulfureux (SO^2). Le chlore, le phosphore, l'arsenic, l'antimoine, se combinent directement au soufre. L'eau ne l'altère en rien; l'acide azotique le fait passer à l'état d'acide sulfurique, en lui cédant de l'oxygène.

Les usages du soufre sont nombreux dans l'industrie et les arts. A l'état brut, il sert à la fabrication des acides sulfureux et sulfurique. On s'en sert pour sceller le fer dans la pierre. Le soufre raffiné sert à la fabrication des allumettes. Il entre dans la composition de la poudre à canon. Sa grande fluidité de 111 à 140° et sa solidification par le refroidissement, ont donné idée de l'employer, comme nous l'avons dit, à prendre des empreintes, à mouler des médailles, à reproduire des formes diverses.

Le soufre modifie le caoutchouc de manière à le rendre plus souple, plus élastique. On appelle *caoutchouc vulcanisé*, le caoutchouc ainsi modifié par le soufre.

Le soufre fondu sert à imprégner les tissus de grosses toiles et à composer ainsi des mèches soufrées, espèce de lanières que l'on allume et que l'on fait brûler à l'intérieur des barils de vin, pour saturer les vins de gaz acide sulfureux et les préserver de l'altération.

Le soufre est un moyen excellent d'arrêter les feux de cheminée. Si le feu vient à se déclarer dans un tuyau de cheminée, faites fermer, sur les toits, l'orifice de la cheminée, au moyen d'un drap mouillé, et brûlez dans le foyer de cette cheminée de la fleur de soufre. Le soufre, en brûlant, produit du gaz acide sulfureux, lequel se répand dans la cheminée. Or, le gaz acide sulfureux n'entretient pas la combustion; tout corps enflammé plongé dans ce gaz, s'y éteint subitement. Aussi le feu s'éteint-il dans un tuyau de cheminée embrasé dès que le gaz sulfureux remplit la capacité de ce tuyau.

Mais de tous les emplois du soufre dans l'industrie, le plus important, c'est son usage pour le traitement de la maladie de la vigne. On a reconnu que le petit cryptogame, connu sous le nom d'*oïdium*, qui se développe à la surface des feuilles et des fruits de la vigne, est détruit en peu de jours par une simple application de soufre pulvérisé et sec. De là les débouchés immenses que le soufre trouve aujourd'hui dans la viticulture.

La vigne n'est pas le seul végétal exposé aux ravages de l'oïdium; le pêcher, les rosiers, le pommier, le houblon, sont également sujets aux attaques de ce champignon redoutable; mais la fleur de soufre en fait également justice.

Pour répandre la fleur de soufre sur toutes les parties de la vigne ou d'un végétal quelconque envahi par ce cryptogame, on se sert de la houppe et du soufflet.

La figure 400 représente la houppe en usage pour soufrer les plantes. C'est, comme on le voit, un tube conique, en fer-blanc, qui peut contenir, quand il est à demi rempli, un demi-kilogramme de soufre. Ce tube est fermé par un couvercle garni de mèches de laine, que traversent cinq cercles de trous. Les mèches sont maintenues par un fil de fer mince qui passe, à l'intérieur, d'un trou à l'autre. Entre les rangs de mèches de laine sont des trous disposés concentriquement. Quand on secoue cette boîte, à demi remplie de soufre en fleurs, ou de soufre trituré, la poudre s'en échappe par les trous. Les mèches de laine subdivisent cette poudre, de manière à en former une espèce de nuage, dont les particules vont se déposer sur toute la surface du végétal.

La houppe sert particulièrement pour le jardinage et la petite culture de la vigne, qui se fait dans le nord de la France.

Dans le midi le soufre s'administre à la

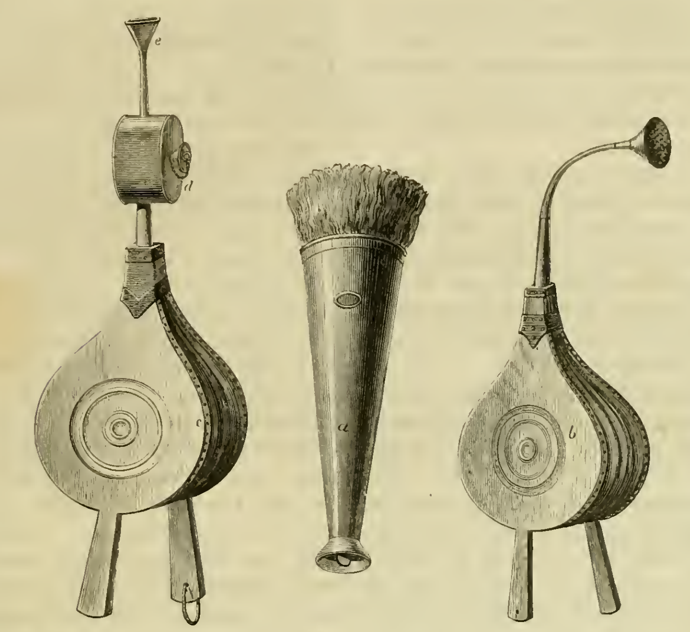


Fig. 399, 400 et 401. — Soufflets et houppe pour répandre les fleurs de soufre sur la vigne et les arbres fruitiers.

vigne au moyen de soufflets. Les figures 399 à 401 représentent deux formes de soufflets pour le soufrage de la vigne. Le soufre en poudre est contenu dans la boîte, *d* (fig. 399). Le courant d'air du soufflet traversant la poudre, la projette à l'extérieur, par un conduit dont l'extrémité est munie d'une pomme d'arrosoir à minces trous, *e*, laquelle a pour effet de diviser considérablement les molécules de soufre.

Dans le modèle représenté par la figure 401 le soufre s'introduit dans la panse du soufflet, la soupape pour l'entrée de l'air étant placée de l'autre côté.

On a calculé que le soufrage d'un hectare de vigne revient à environ 75 francs, et peut sauver une récolte dont la valeur est dix fois plus considérable.

M. Chancel, professeur à la Faculté des sciences de Montpellier, a imaginé une méthode pour l'essai commercial des fleurs de soufre. Il est évident que plus les fleurs de soufre sont fines, et mieux elles conviennent au soufrage des vignes, par cette raison que le même poids peut couvrir des surfaces plus grandes, en produisant les mêmes effets. C'est pour titrer ou mesurer la finesse des fleurs de soufre que M. Chancel a imaginé son *tube essayeur*.

Ce petit instrument consiste en un tube de 17 à 18 millimètres de diamètre, divisé en 100 parties d'égale capacité, de manière que chaque division soit du volume d'un quart de centimètre cube. On pèse 5 grammes du soufre à essayer, et on l'introduit dans le tube. On pourrait alors chercher combien le soufre occupe de degrés dans le tube, mais comme le tassement est inégal,

on n'obtiendrait pas des résultats comparables. Pour faire disparaître toute inégalité, on met la fleur de soufre en suspension dans un liquide qui la mouille bien. M. Chancel se sert d'éther sulfurique, qui réunit ces deux conditions.

On remplit donc le *tube-essayeur* d'éther, on l'agite avec la fleur de soufre, de manière que la masse entre en suspension dans le liquide; on place le tube verticalement sur un support, et on le laisse reposer. Au bout de cinq minutes le tassement définitif est fait, et on peut lire le résultat sur la graduation du tube.

Les bonnes fleurs de soufre du commerce marquent 50 à 60° au *tube-essayeur*. Les fleurs de qualité supérieure occupent dans le tube 75 à 90 divisions. Il est rare d'en trouver qui atteignent à 95 et à 100 divisions. Les qualités inférieures en occupent de 35 à 40.

Nous avons dit, en parlant des soufres sublimés et triturés, que pour le traitement des vignes on remplace les fleurs de soufre par du soufre brut, trituré et simplement passé au tamis de soie. L'action de l'une et de l'autre forme est, d'ailleurs, la même sur les vignes malades. Le *tube-essayeur* de M. Chancel peut servir à essayer et à comparer entre eux les soufres triturés. Seulement, dans la pratique, il faut attendre un peu plus longtemps que le tassement s'opère, quand on a ajouté l'éther.

Les soufres triturés et sublimés n'ont pas a même forme moléculaire. Les soufres sublimés, vus au microscope, ont un aspect globuleux, tandis que les soufres triturés présentent au microscope l'aspect de petits cristaux plats et anguleux. Les indications fournies par le *tube-essayeur* ne seraient donc pas rigoureusement comparables pour les soufres sublimés et triturés. La comparaison ne peut s'établir qu'entre les diverses qualités de chacune de ces espèces. Les soufres triturés du commerce marquent de 35 à 40 degrés dans le tube de M. Chancel. Quand ils ont été soumis à une double porphyrisation, ils peuvent atteindre le titre de 70 degrés. Ce point de départ éclaire suffisamment le viticulteur qui désire s'assurer de la qualité du soufre trituré qu'il achète.

En 1870, les viticulteurs napolitains ont essayé de substituer au soufre employé contre la maladie de la vigne, la terre soufrée de la solfatare de Pouzzoles, et cette substitution a donné de bons résultats.

M. de Luca s'est livré à quelques recherches pour expliquer l'effet curatif de cette terre soufrée. D'après ce chimiste, la terre de la solfatare de Pouzzoles contient du soufre sous forme cristalline et en petites agglomérations, quelques traces de sulfures d'arsenic et des matières volcaniques poreuses. On réduit cette terre en poudre très-fine, que l'on utilise d'après les procédés ordinaires du soufrage. On a constaté, en 1872, que cette terre placée autour du cep de la vigne, à une faible profondeur, dans la proportion de 200 à 1000 grammes, selon la grosseur du cep, rend la végétation plus vigoureuse, tue les insectes qui s'attachent aux racines et aux parties extérieures de la plante et augmente la production des grappes en nombre comme en qualité. Les grains de raisin ne tombent plus en pourriture, ainsi que cela arrive, lorsque le temps est très-humide et pluvieux.

Ce n'est pas la terre par elle-même qui agit, mais bien les produits qui se forment progressivement avec les matières sulfureuses et arsenicales, sous l'influence de l'oxygène de l'air et de l'eau de pluie.

En faisant agir l'eau distillée pendant plusieurs jours sur cette terre, et répétant ce lavage plusieurs fois, M. de Luca a constaté dans l'eau qui la traverse, après filtration et concentration de cette eau, la présence des sulfites, sulfates et arsénites de chaux, de potasse, de magnésie et de fer, avec quelques traces de composés ammoniacaux. Les acides libres, tels que l'acide sulfureux,

l'acide sulfurique, l'acide arsénieux, sont, en général, nuisibles à la végétation ; mais lorsqu'ils peuvent se produire d'une manière lente et s'engager dans une combinaison soluble dans l'eau, ils favorisent, au contraire, la végétation.

Ces faits expliquent la destruction des insectes et des champignons qui s'attachent aux racines et aux tiges de la vigne et menacent son existence.

Quoi qu'il en soit de l'explication théorique, l'efficacité de la terre de la solfatare de Pouzzoles est parfaitement établie ; et dans les environs de Naples, cette matière est aujourd'hui employée avec avantage, comme succédané économique du soufre, pour combattre l'*oïdium* de la vigne ou d'autres végétaux cultivés.

CHAPITRE VII

LES COMPOSÉS OXYGÉNÉS DU SOUFRE. — L'ACIDE SULFUREUX. — PRÉPARATION INDUSTRIELLE DE L'ACIDE SULFUREUX. — SES USAGES DANS L'INDUSTRIE.

Le soufre, en se combinant à l'oxygène, donne naissance à sept à huit composés différents, qui tous jouissent de propriétés acides. De la série des composés oxygénés du soufre, deux, l'acide sulfureux et l'acide sulfurique, sont employés dans les arts et l'industrie. Le premier n'a que des usages assez bornés, mais sa connaissance est indispensable pour l'intelligence des questions relatives à la préparation de l'acide sulfurique. Nous ne saurions donc le passer sous silence.

L'acide sulfureux, dont la composition chimique est représentée par la formule SO^2 (1 équivalent de soufre et 2 équivalents d'oxygène), est un gaz non permanent, c'est-à-dire qui est susceptible de se liquéfier. Son odeur est piquante et suffocante. Chacun la connaît, d'ailleurs, suffisamment, puisque le gaz acide sulfureux prend naissance par la combustion du soufre à l'air. Quand on brûle une allumette soufrée, c'est le gaz acide sulfureux, formé par la combustion du soufre de l'allumette, qui se dégage, et l'on sait combien cette odeur est piquante et pénible à supporter.

Le gaz acide sulfureux est deux fois plus pesant que l'air : sa densité est représentée par le chiffre 2,24. Il éteint les corps en combustion : un corps enflammé plongé dans ce gaz, s'y éteint immédiatement. L'emploi du gaz acide sulfureux pour arrêter l'incendie des tuyaux de cheminée, dont nous parlions plus haut, à propos du soufre, n'est donc pas un préjugé, mais est fondé sur l'observation exacte des faits naturels.

Le gaz acide sulfureux a une autre propriété dont l'industrie tire également bon parti. Il décolore, c'est-à-dire blanchit, les matières végétales. Prenez une fleur aux couleurs vives, comme une rose ou une violette, et la tenant par sa tige, plongez-la dans une éprouvette qui contienne du gaz acide sulfureux ; vous verrez la fleur perdre instantanément ses couleurs et devenir entièrement blanche. C'est une jolie expérience que l'on fait dans les cours de chimie.

Le gaz acide sulfureux décolore également les matières animales ; de là son application au blanchiment des étoffes de laine ou de soie. On sait que le chlore ne décolore pas ces matières, mais les jaunit et les altère.

Pour blanchir les tissus de laine ou de soie, on les mouille, et on les suspend dans des chambres à l'intérieur desquelles on fait arriver de l'acide sulfureux, c'est-à-dire le produit de la combustion du soufre à l'air. Le gaz sulfureux se dissout dans l'eau qui humecte les tissus, et produit son effet chimique de décoloration. Dans les ateliers de teinture et de dégraissage, on a fréquemment recours aux fumigations de soufre, comme moyen de blanchiment.

Les fumigations de soufre sont également employées pour le nettoyage des plumes ;

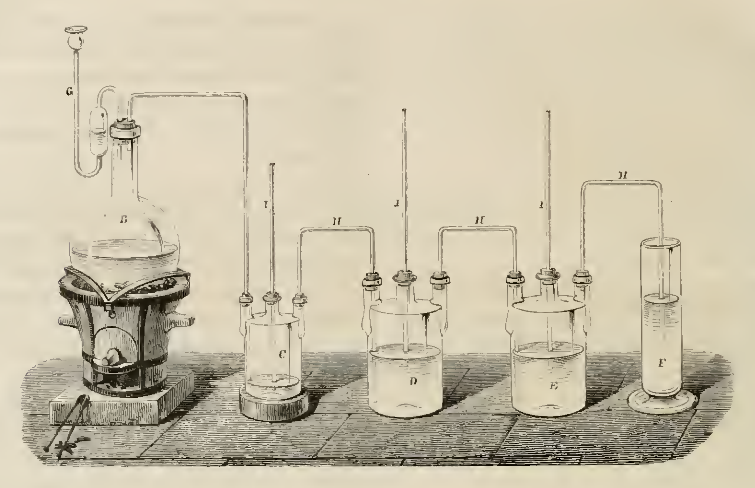


Fig. 402. — Préparation du gaz acide sulfureux dans les laboratoires.

mais le gaz acide sulfureux opère dans ce cas une double action ; il décolore la substance animale, et de plus, il tue certains insectes microscopiques (teignes et autres) qui détruiraient les plumes.

Nous avons dit que le gaz acide sulfureux n'est pas permanent. En effet, on le liquéfie sans peine et l'expérience du changement d'état de ce gaz, se fait souvent dans les cours de chimie. Il suffit de remplir une éprouvette de gaz acide sulfureux (après avoir desséché ce gaz, en lui faisant traverser un tube rempli de chlorure de calcium) et d'entourer l'éprouvette d'un mélange réfrigérant, composé de glace et de sel marin produisant un froid de — 20 degrés, pour voir le gaz acide sulfureux se liquéfier.

En cet état l'acide sulfureux constitue un liquide très-mobile, qui, en se vaporisant à l'air, peut abaisser la température des corps jusqu'à — 57° et qui, dans le vide de la machine pneumatique, peut donner un froid de — 76 degrés. Aussi peut-on facilement congeler le mercure avec l'acide sulfureux liquéfié. Le mercure ainsi congelé par le froid, a l'aspect de l'argent. On a pu en frapper des médailles, qui subsistaient quelque temps. Malheureusement l'odeur suffocante de l'acide sulfureux et son action sur les poumons le rendent difficile à employer pour ces sortes d'expériences.

Au point de vue de ses propriétés chimiques, on peut dire, d'une manière générale, que l'acide sulfureux est un corps qui est très-avide d'oxygène, et qui soustrait l'oxygène à beaucoup de corps oxygénés, pour passer à l'état d'acide sulfurique. Un équivalent d'oxygène absorbé le fait passer à l'état d'acide sulfurique. Mis en présence, par exemple, de l'acide azotique, il prend de l'oxygène à ce composé, et forme de l'acide sulfurique. C'est ce que représente l'équation chimique suivante :

$$\underbrace{SO^2}_{\text{Acide sulfureux.}} + \underbrace{AzO^5,HO}_{\text{Acide azotique hydraté.}} = \underbrace{SO^3 + HO}_{\text{Acide sulfurique hydraté.}} + \underbrace{AzO^4}_{\text{Acide hypoazotique.}}$$

La production de l'acide sulfurique dans l'industrie est fondée, comme nous le verrons, sur cette réaction chimique.

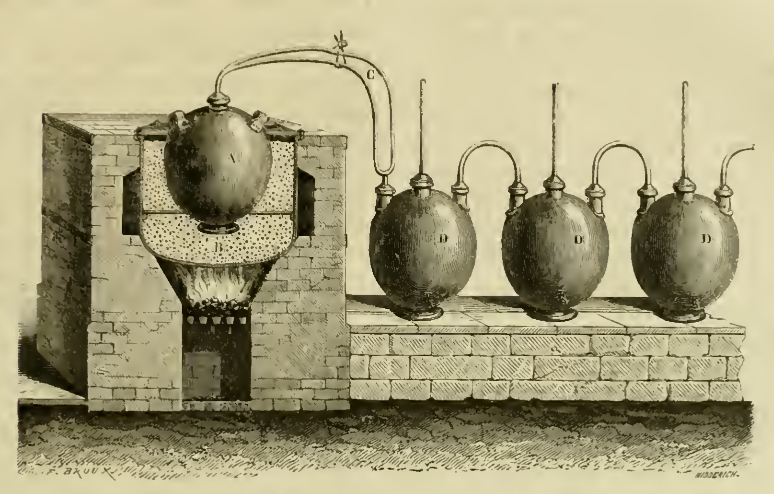


Fig. 403. — Préparation du gaz acide sulfureux dans l'industrie

Pour préparer l'acide sulfureux, on a recours à différents procédés.

1° On brûle le soufre au contact de l'air. C'est ainsi que l'on se procure dans l'industrie, l'acide sulfureux destiné à la fabrication de l'acide sulfurique.

2° On traite du cuivre ou du mercure par l'acide sulfurique concentré. Le cuivre décompose l'acide sulfureux, l'oxyde, et forme du sulfate de cuivre ; tandis que l'acide sulfureux se dégage à l'état de liberté. C'est ce que montre l'équation chimique suivante :

$$\underbrace{2(SO^3)}_{\text{Acide sulfurique.}} + \underbrace{Cu}_{\text{Cuivre.}} = \underbrace{SO^3,CuO}_{\text{Sulfate de cuivre.}} + \underbrace{SO^2}_{\text{Acide sulfureux.}}$$

C'est ce dernier procédé auquel on a recours de préférence dans les laboratoires de chimie, parce qu'il fournit de l'acide sulfureux très-pur.

3° On traite le charbon par l'acide sulfurique. Le charbon désoxyde l'acide sulfurique et donne de l'acide sulfureux et de l'acide carbonique. Quand la présence de l'acide carbonique ne doit pas nuire, c'est là un procédé très-économique.

$$\underbrace{C}_{\text{Charbon.}} + \underbrace{2SO^3}_{\text{Acide sulfurique.}} = \underbrace{2SO^2}_{\text{Acide sulfureux.}} + \underbrace{CO^2}_{\text{Acide carbonique.}}$$

L'opération s'exécute dans l'appareil que les chimistes appellent l'appareil de Wolff, que représente la figure 402. C'est une suite de flacons C, D, E, F... communiquant entre eux au moyen de tubes de verre, H, H. Chaque flacon est pourvu d'un tube, dit *de sûreté*, I, I, I, qui a pour but de provoquer la rentrée de l'air dans le flacon, quand le vide se produit à son intérieur, par suite de la dissolution du gaz dans l'eau de ce flacon.

C'est ce même procédé et, on pourrait dire, ce même appareil, qui sert, dans l'industrie, à la préparation du gaz acide sulfureux ou des sulfites alcalins. La figure 403 représente l'appareil employé dans l'industrie à la préparation de l'acide sulfureux. Une bon-

bonne en grès, A, contenant un mélange d'acide sulfurique et de charbon de bois, est installée dans un bain de sable, B, qui est chauffé modérément par un foyer. Le gaz sulfureux se dégage par un double tube de plomb, C, et passe dans d'autres bonbonnes, D, D, reliées entre elles au moyen de tubes de plomb. Chaque bonbonne, ou tourille, D, est munie d'un tube de sûreté, et reproduit ainsi en grand l'*appareil de Wolff*, que nous avons représenté plus haut.

La première tourille est vide, ou ne contient que peu d'eau, pour laver le gaz. Les autres sont à moitié remplies d'eau, destinée à fournir une dissolution aqueuse d'acide sulfureux.

Comme les sulfites sont plus fréquemment employés dans l'industrie que la dissolution d'acide sulfureux, on met souvent dans les tourilles, au lieu d'eau, une dissolution de carbonate de soude, afin de produire du sulfite de soude.

Si l'on veut fabriquer du bisulfite de chaux, sel qui est souvent employé au lieu d'acide sulfureux, on place dans les tourilles de la chaux caustique délayée dans l'eau, c'est-à-dire un *lait de chaux*.

L'eau absorbe 50 fois son volume de gaz acide sulfureux. Cette dissolution constitue un liquide incolore très-acide, et qui rougit fortement le papier de tournesol.

Comme l'acide sulfureux est susceptible de passer très-rapidement à l'état d'acide sulfurique, en absorbant l'oxygène de l'air, il est nécessaire de conserver cette dissolution dans des flacons bouchés, pour la préserver du contact de l'air.

Le gaz acide sulfureux sert à assainir les lieux remplis de miasmes putrides, comme les hôpitaux, les lazarets, la cale des navires; pour désinfecter les draps, les couvertures, etc., provenant de malades atteints du choléra ou autres affections contagieuses. La combustion du soufre à l'air est toujours le moyen qui sert à produire de l'acide sulfureux destiné à ces différents usages, et ce moyen est bien ancien, puisque Pline le mentionne. L'acide sulfureux sert également à détruire les insectes qui attaquent les étoffes, les tapis, les plumes, le blé, et autres céréales. Il est encore très-utile pour conserver le vin, la bière, le cidre et les sirops de glucose, le sang liquide, etc. La combustion du soufre étalé sur une mèche, que l'on introduit tout enflammée dans le tonneau ou le vase destiné à recevoir ces liquides, est le moyen qui sert à produire, dans ce dernier cas, l'acide sulfureux. Le gaz, à mesure qu'il se forme, se dissout dans le liquide qui remplit en partie le tonneau ou le récipient.

Pour enlever les taches de vin ou de fruit rouge sur un linge, il n'y a qu'à mouiller la partie tachée et à l'exposer au-dessus d'un fragment de soufre enflammé, ou de plusieurs allumettes en ignition. On lave ensuite le linge, pour faire disparaître la matière colorante altérée.

Les matières animales quelles qu'elles soient, sont traitées avec avantage par l'acide sulfureux, pour les décolorer ou les blanchir. Outre les étoffes de laine, de soie et les plumes, dont nous avons parlé plus haut, on emploie l'acide sulfureux pour blanchir la baudruche, la colle de poisson, la gomme adragante, les éponges, les intestins insufflés de bœufs et de moutons, avec lesquels on prépare ensuite les cordes pour les instruments de musique, la paille des céréales et les sparteries. Dans toutes ces applications, on se sert indifféremment d'acide sulfureux gazeux ou dissous dans l'eau, ou des sulfites de soude et de chaux.

CHAPITRE VIII

L'ACIDE SULFURIQUE. — HISTOIRE DE SA FABRICATION. — THÉORIE DE LA FORMATION DE L'ACIDE SULFURIQUE PAR LA RÉACTION MUTUELLE DE L'ACIDE SULFUREUX ET DE L'ACIDE HYPOAZOTIQUE.

Le plus puissant de tous les acides connus, celui qui sert à la préparation de tous les autres acides, soit minéraux, soit organiques, l'agent auquel la plupart des industries ont recours pour leurs diverses opérations, celui qui sert à la préparation de la soude artificielle, de l'alun, du chlore, du phosphore, des eaux minérales gazeuses artificielles, des bougies stéariques, etc., etc., — est le résultat de la suroxydation de l'acide sulfureux. En effet, ajoutez à l'acide sulfureux (SO^2) un équivalent d'oxygène, et vous aurez l'acide sulfurique (SO^3) qui, s'unissant à une certaine quantité d'eau, sans changer toutefois de nature, constitue l'acide sulfurique hydraté ($SO^3,2HO$).

Une expérience que chacun peut exécuter, met, pour ainsi dire, sous les yeux, la formation de l'acide sulfurique, au moyen du gaz acide sulfureux et de l'oxygène. Sur une assiette recouverte d'un peu d'eau placez une petite coupelle de terre contenant un morceau de soufre; enflammez ce soufre, et recouvrez-le, pendant qu'il brûle, d'une cloche de verre. Le gaz acide sulfureux provenant de la combustion du soufre, se dissoudra dans l'eau que contient l'assiette, et l'on aura, dans les premiers moments, une simple dissolution aqueuse d'acide sulfureux. Mais abandonnez pendant quelque temps les choses en cet état, et vous verrez l'acide sulfureux, absorbant peu à peu l'oxygène de l'air de la cloche, se transformer totalement, au bout de quelques jours, en acide sulfurique.

Cette expérience si simple et qui met si bien en évidence la provenance chimique de l'acide sulfurique, a été le point de départ de l'industrie de la fabrication de l'acide sulfurique.

Au commencement du XVIIe siècle, Angelus Sala, chimiste et médecin originaire d'Italie, mais qui passa toute sa vie en Allemagne, ayant reconnu que, dans l'expérience que nous venons de décrire, c'est-à-dire la combustion du soufre dans un vase humide, il se produit de l'acide sulfurique, prépara par ce moyen de l'acide sulfurique, que l'on appelait alors *esprit de soufre*, et que les chimistes ou alchimistes du Moyen âge n'avaient obtenu jusque-là qu'avec beaucoup de peine et en très-petite quantité, en distillant en vases clos la couperose verte (notre sulfate de fer). Angelus Sala faisait brûler du soufre sous des cloches de verre, puis il concentrait par l'évaporation, l'eau qui s'était ainsi chargée d'esprit de soufre. Aussi appelait-on ce produit *esprit de soufre* ou *huile de soufre par la cloche* (*spiritus sulfuris* ou *oleum sulfuris per campanam*).

Ce procédé élémentaire fut singulièrement perfectionné par deux chimistes français, Nicolas Lefèvre et Nicolas Lémery. Sur leur conseil, on ajouta au soufre une certaine quantité de nitre (azotate de potasse).

Cette addition du nitre au soufre était toute une révolution dans l'industrie naissante de l'acide sulfurique. Elle ne servit pas seulement, comme on le croyait, à activer la combustion du soufre dans la capsule de terre, elle hâta, dans une proportion extraordinaire, la transformation de l'acide sulfureux en acide sulfurique.

C'est ce qui fut reconnu lorsqu'une fabrique d'*huile de vitriol*, comme on l'appelait alors, fut établie à Richemond, près de Londres, par un chimiste industriel, nommé Ward. Les cloches dont on avait fait usage jusque-là pour y faire brûler le soufre en présence de l'air, étaient remplacées par d'énormes ballons de la capacité de plus de 250 litres. Ces ballons présentaient, à leur partie latérale, une ouverture, que l'on bouchait

avec un tampon de bois. Les ballons, contenant une certaine quantité d'eau, étaient placés sur deux rangs, dans un long bain de sable, que l'on chauffait légèrement. Dans chaque col, ou ouverture du ballon, était une brique. Un ouvrier déposait sur cette brique une cuiller de fer rougie au feu, remplie d'un mélange de soufre et de nitre ; il bouchait aussitôt l'ouverture du ballon avec le tampon de bois, et passait au ballon suivant, qu'il chargeait de la même manière du mélange de soufre et de nitre. Il chargeait tous les ballons successivement, et revenait ainsi à son point de départ. Là, il recommençait la même opération, et était ainsi occupé sans cesse à introduire dans les ballons le mélange combustible, au fur et à mesure que la combustion était opérée dans chaque ballon. L'acide sulfurique provenant de la transformation de l'acide sulfureux se condensait dans l'eau du ballon. Au bout de quelques jours on réunissait tous ces liquides, et on les évaporait dans des chaudières de plomb.

Ce procédé pour la préparation de l'*huile de soufre par la cloche* permit de réduire beaucoup le prix de cet acide : de 33 francs le kilogramme, qu'il valait en Angleterre, il descendit au prix de 6 francs.

En 1746, un autre et remarquable perfectionnement fut introduit dans la préparation de l'*acide anglais*. Deux industriels, Rœbuck et Garbett, remplacèrent les ballons de verre de Ward par des chambres, composées par l'assemblage de grandes lames de plomb soudées les unes aux autres et formant une très-vaste enceinte. On plaçait sur un chariot posé sur les rails d'un petit chemin de fer, une large capsule en tôle, dans laquelle brûlait le mélange de soufre et de nitre, et on poussait le chariot au milieu de la chambre de plomb.

C'est à Birmingham, et suivant d'autres à Prestonpans, en Écosse, que Rœbuck et Garbett établirent leur première chambre de plomb. L'économie réalisée par ce moyen sur la fabrication était considérable, puisque le prix de l'*acide anglais* descendit à 50 centimes le kilogramme.

En France, la première chambre de plomb pour la préparation de l'*acide anglais* fut établie à Rouen. Cette importation du procédé de Rœbuck et Garbett était due à un Anglais nommé Holker.

Ce Holker n'était pas un homme ordinaire. Il était attaché à la famille et à la cause des Stuarts, et il avait longtemps combattu près de son roi, en Écosse. Fait prisonnier par les troupes de Cromwell, il fut condamné à mort. Ayant heureusement réussi à s'évader, la veille même du jour fixé pour son exécution, il s'était réfugié en France. Là, il avait pris du service et était entré dans un régiment irlandais. Il avait ensuite quitté le service militaire, pour faire profiter les établissements français des procédés et perfectionnements de l'industrie anglaise.

Naturalisé Français par Louis XV, nommé inspecteur général des manufactures, Holker alla s'établir à Rouen, où il créa des filatures de coton et des fabriques de tissus, particulièrement de velours de coton, étoffe alors inconnue en France. Il avait créé de pareils établissements à Sens, à Montargis et à Montereau.

Décidé à faire jouir la France du nouveau procédé de la fabrication de l'huile de vitriol dans les chambres de plomb, Holker ne craignit pas, quoique toujours sous le coup d'une condamnation capitale, de retourner en Angleterre, pour s'initier au procédé de fabrication de cet acide. Il prit le costume d'un ouvrier, et s'introduisit dans la manufacture de Rœbuck et Garbett. Il y travailla un certain temps, puis il revint à Rouen, en 1766, avec quelques ouvriers anglais qu'il avait embauchés, et il établit au faubourg Saint-Séver, une fabrique d'acide sulfurique par le système des chambres de plomb. Cette première fabrique en fit créer beaucoup d'autres en France.

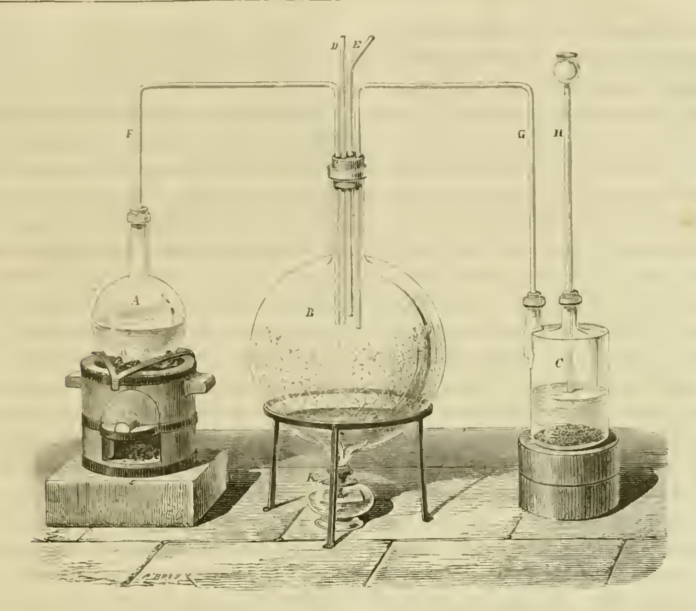


Fig. 404. — Expérience donnant la théorie de la formation de l'acide sulfurique.

A, ballon pour la production de l'acide sulfureux. — B, ballon recevant les deux gaz, l'air et l'eau. — C, flacon pour la production de l'acide hypo-azotique.

En 1774, de La Follie, fabricant de produits chimiques, à Rouen, imagina le moyen, aujourd'hui universellement adopté, qui consiste à injecter de la vapeur d'eau au milieu de la chambre, au lieu de l'introduire par avance, à l'état liquide.

La fabrication de l'acide sulfurique avait été jusque-là intermittente, c'est-à-dire qu'il fallait, à un certain moment, suspendre la combustion du soufre, pour retirer l'acide dissous dans l'eau de la chambre. C'est encore à Rouen que fut imaginé le système méthodique et scientifique qui consiste à opérer sans jamais interrompre la combustion du soufre, ni l'extraction de l'acide sulfurique formé. L'inventeur du système de combustion continue, est Jean Hoker, petit-fils du courageux Anglais à qui l'on doit l'importation des chambres de plomb en France.

Hoker qui dirigeait, sous le premier Empire, la fabrique créée à Rouen par son aïeul, ayant imaginé les dispositions qui constituent le système de la fabrication continue, se rendit à Paris, en 1810, pour y exploiter son procédé. En 1813, il constitua, avec Chaptal et Darcet, une société, qui établit des fabriques d'acide sulfurique aux Ternes et à la Folie, près de Nanterre. Mais peu à peu son procédé fut connu des autres fabricants, et il est aujourd'hui mis en pratique partout. C'est celui que suivent nos grandes fabriques de Marseille, Paris, Rouen, Lyon, Lille, Thonon, Amiens, Caen, etc.

Après cet historique de la découverte et

des perfectionnements de l'acide sulfurique, nous pourrions passer immédiatement à la description du procédé suivi pour cette fabrication. Mais comme l'opération n'est pas sans offrir certaines difficultés au point de vue de la théorie, il nous paraît nécessaire d'exposer cette théorie avant d'arriver à la mise en pratique de l'opération.

Nous avons dit que l'acide sulfurique se produit, dans l'industrie comme dans les laboratoires, en suroxydant l'acide sulfureux (SO^2) qui, par l'absorption d'un équivalent d'oxygène, devient de l'acide sulfurique (SO^3), lequel, enfin, par sa combinaison avec de l'eau, donne l'acide sulfurique hydraté ($SO^3, 2HO$). En principe, l'oxygène nécessaire à cette oxydation pourrait être emprunté à l'air atmosphérique, et c'est même ainsi, comme on vient de le voir, que l'on a commencé à fabriquer l'acide sulfurique en grand. Quand on préparait l'*oleum sulfuris per campanam*, ou *huile de vitriol obtenue par la cloche*, c'est l'oxygène de l'air qui seul suroxydait l'acide sulfureux. Mais ce moyen serait par trop long. Aujourd'hui on demande à l'acide azotique, qui fait partie du nitre (azotate de potasse ou de soude) l'oxygène nécessaire pour suroxyder l'acide sulfureux, ou, pour mieux dire, pour permettre à l'oxygène de l'air d'accomplir sans frais et avec promptitude, cette suroxydation. Il faut donc expliquer comment l'acide azotique peut transformer l'acide sulfureux en acide sulfurique.

De tous les corps oxydants capables de céder l'oxygène à l'acide sulfureux et de le changer ainsi en acide sulfurique, aucun n'est plus propre à accomplir cette réaction que l'acide azotique. Faites arriver un courant d'acide sulfureux dans de l'acide azotique concentré, chauffé, jusqu'au point de bouillir, l'acide azotique passera à l'état d'acide hypo-azotique, et l'acide sulfureux sera changé en acide sulfurique. C'est ce que montre cette équation chimique :

$$\underbrace{SO^2}_{\text{Acide sulfureux.}} + \underbrace{AzO^5HO}_{\text{Acide azotique hydraté.}} = \underbrace{AzO^4}_{\text{Acide hypo-azotique.}} + \underbrace{SO^3HO}_{\text{Acide sulfureux.}}$$

Pour retirer l'acide sulfurique de ce mélange d'acide sulfurique et d'acide azotique resté en excès et non décomposé, il suffirait de le distiller. L'acide azotique passerait le premier dans l'alambic, car il est beaucoup plus volatil que l'acide sulfurique (l'acide azotique bout à 125° et l'acide sulfurique à 325°) et le liquide resté dans la cornue serait de l'acide sulfurique.

Mais, en raison de la cherté de l'acide azotique, une telle réaction ne saurait être mise à profit dans les arts, et nous ne la citons que comme susceptible d'apporter un premier éclaircissement à la théorie de la formation de l'acide sulfurique.

L'acide sulfurique se prépare dans l'industrie, non pas avec l'acide azotique, mais avec l'acide hypo-azotique en vapeurs, qui se comporte envers l'acide sulfureux comme l'acide azotique, c'est-à-dire qui lui cède son oxygène, pour le changer en acide sulfurique.

L'acide hypo-azotique (AzO^4) en vapeurs étant mélangé au gaz acide sulfureux, et mis en présence de l'air et de la vapeur d'eau, se transforme, en cédant une partie de son oxygène, en acide azoteux (AzO^3) et par cette cession d'oxygène à l'acide sulfureux, il le transforme en acide sulfurique.

Pour expliquer la transformation de l'acide sulfureux en acide sulfurique aux dépens de l'acide hypo-azotique, on fait, dans les cours de chimie, l'expérience suivante, qui met sous les yeux de l'expérimentateur le curieux composé chimique qui est, pour ainsi dire, le pivot de ces réactions.

On prend un grand ballon de verre B (fig. 404), et, après l'avoir légèrement chauffé au moyen de la lampe à alcool, K, on y fait arriver, au moyen d'un tube F, du gaz acide sulfureux obtenu par la décomopsition de l'acide sulfurique par le cuivre, et

au moyen d'un autre tube G, du bioxyde d'azote, obtenu en décomposant dans le flacon C, l'acide azotique étendu d'eau par le cuivre. En arrivant dans le ballon, le bioxyde d'azote rencontre l'oxygène de l'air, car une certaine quantité d'air est restée dans le ballon, et d'ailleurs, deux tubes D, E, qui traversent le bouchon, entretiennent un renouvellement d'air dans le ballon. Par l'oxygène de cet air, le bioxyde d'azote se transforme en acide hypo-azotique, ce que l'on reconnaît à ce que le bioxyde d'azote, d'abord incolore, prend la couleur jaune orangé propre aux vapeurs d'acide hypo-azotique. Mais bientôt les vapeurs colorées disparaissent, et l'on voit se déposer sur les parois du ballon de petits cristaux blancs et de forme étoilée.

Ces cristaux sont une combinaison d'*acide sulfurique* et d'*acide azoteux*. L'acide hypo-azotique a été décomposé par l'acide sulfureux, qui s'est emparé de son oxygène, pour se changer en acide sulfurique, et l'acide hypo-azotique a été ramené à l'état d'acide azoteux. Ensuite les deux corps ainsi formés se sont combinés. L'équation chimique suivante explique la formation des cristaux :

$$\underbrace{AzO^4}_{\text{Acide hypo-azotique.}} + \underbrace{SO^2}_{\text{Acide sulfureux.}} = \underbrace{SO^3}_{\text{Acide sulfurique.}} + \underbrace{AzO^3}_{\text{Acide azoteux.}}$$

On appelle le composé résultant de la combinaison de l'acide sulfurique et de l'acide hypo-azoteux *acide azoto-sulfurique*.

La composition chimique exacte des cristaux étoilés qui se forment dans l'expérience dont nous parlons, est

$$\underbrace{AzO^3}_{\text{Acide azoteux.}} + \underbrace{2(SO^3)}_{\text{Acide sulfurique.}} + \underbrace{HO}_{\text{Eau.}}$$

Mais si l'on ouvre le ballon, et que l'on verse une petite quantité d'eau sur ces cristaux, on les voit disparaître, et le gaz coloré reparaître dans le ballon. C'est que l'eau a dissous, ou plutôt décomposé cette combinaison d'acide azoteux et d'acide sulfurique. L'acide sulfurique est resté dissous dans l'eau et l'acide azoteux a été rendu libre.

Mais l'acide azoteux ne persiste jamais libre, quand il est en présence de l'oxygène. Rencontrant de l'oxygène dans l'air du ballon, il passe à l'état d'acide hypo-azotique, ce que l'on reconnaît aux abondantes vapeurs rougeâtres qui remplissent aussitôt le ballon.

Dès lors on a de nouveau, en présence de l'acide hypo-azotique, de l'acide sulfureux et de l'eau, et la réaction précédemment exposée recommence, c'est-à-dire qu'il se fait de nouveaux cristaux d'acide *azoto-sulfurique*, puis l'eau décompose ces cristaux. Dans chacune de ces décompositions des cristaux, un peu d'acide sulfurique reste dissous dans l'eau, et de l'acide azoteux se dégage, qui se change à l'air en acide hypo-azotique aux vapeurs rougeâtres. Tout l'acide sulfureux du ballon se transforme donc en acide sulfurique.

Faisons remarquer que la formation de ces cristaux d'acide *azoto-sulfurique* ne peut s'observer dans les grands appareils où l'on opère la fabrication industrielle de l'acide sulfurique, parce que dans les chambres de plomb où, comme nous le verrons tout à l'heure, s'opère la réaction de l'acide sulfureux et de l'acide hypo-azotique, il y a toujours une grande quantité d'eau, soit en vapeurs dans l'atmosphère de la chambre, soit à l'état liquide, à sa partie inférieure. Les cristaux d'*acide azoto-sulfurique* ($AzO^3 + 2SO + HO$) étant décomposés par l'eau, à mesure qu'ils se forment, ne peuvent se retrouver dans les appareils.

C'est ainsi que l'acide sulfurique se dissout dans l'eau du vase dans lequel on opère, et constitue une solution aqueuse très-étendue de cet acide. Pour obtenir l'acide sulfurique à un état convenable de concentration, il suffit de chasser, par l'évaporation, la ma-

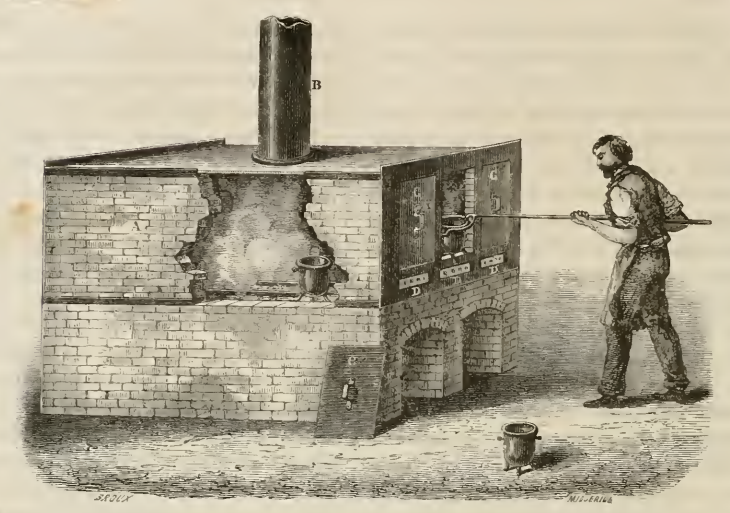


Fig. 405. — Four à soufre et à nitre, pour la production de l'acide sulfureux et des vapeurs d'acide hypo-azotique dans les fabriques d'acide sulfurique.

jeure partie de l'eau dans laquelle cet acide est dilué.

Voilà la théorie scientifique de la formation de l'acide sulfurique aux dépens de l'acide sulfureux de l'air, de l'eau, et de l'acide hypo-azotique. Voyons maintenant comment s'exécute cette opération en grand, dans l'industrie.

On peut distinguer trois parties dans l'ensemble des appareils qui existent dans une fabrique d'acide sulfurique :

1° Le fourneau pour la production de l'acide sulfureux et des vapeurs d'acide hypo-azotique ;

2° La série de vastes capacités dans lesquelles on met en présence à la fois de l'air, de la vapeur d'eau et le mélange des acides sulfureux et hypo-azotique ;

3° Les vases et alambics dans lesquels on opère la concentration de l'acide dilué que l'on a obtenu dans les chambres de plomb.

Nous allons examiner successivement chacun de ces appareils.

Fourneau pour la production du gaz acide sulfureux et des vapeurs d'acide hypo-azotique. — La figure 405 représente le fourneau dans lequel s'opère la combustion du soufre, pour sa transformation en acide sulfureux. C'est une capacité en briques, fermée de toutes parts, excepté à la partie supérieure, où se trouve un large conduit, B, destiné à donner issue aux gaz qui se produisent en quantités considérables. La partie inférieure du fourneau est formée d'une épaisse plaque de fonte, sur laquelle reposent les murs latéraux. La partie antérieure du même fourneau est également composée d'une plaque de fonte, percée de trois ouvertures, fermées par des plaques de fonte, C, C, et qui s'ouvrent par une charnière. Au-dessous de ces portes sont percés de petits trous, D,D', qui donnent accès à l'air.

La plaque de fonte formant la base du fourneau, est divisée, par des bandes de fer de 10 centimètres de hauteur, en autant de compartiments qu'il y a d'ouvertures au fourneau.

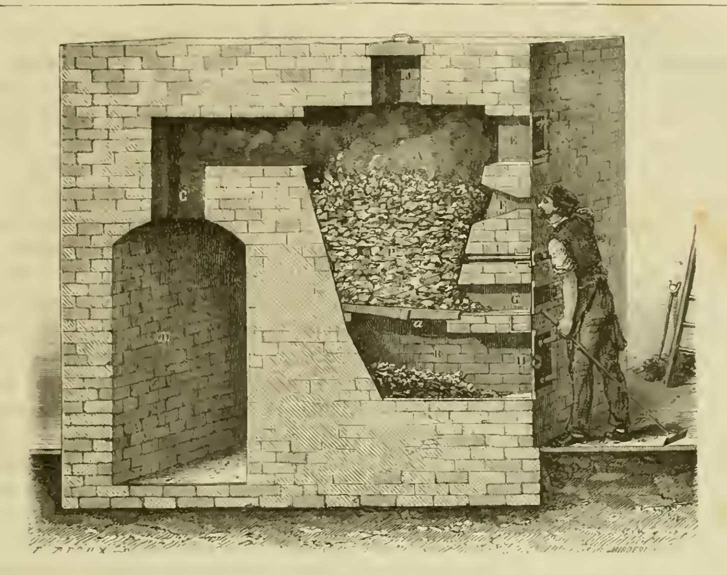


Fig. 406. — Four à pyrite, pour la production de l'acide sulfureux, dans les fabriques d'acide sulfurique.

Quand il s'agit de mettre l'appareil en activité, un ouvrier introduit dans chaque compartiment environ 50 kilogrammes de soufre brut, il allume le soufre et ferme la porte C. L'air qui arrive par les trous des plaques DD', suffit pour entretenir la combustion du soufre. On règle, d'ailleurs, le tirage qui se fait par ces trous de manière que la température ne s'élève pas trop et que le soufre ne distille pas; car ce qu'il faut obtenir, c'est uniquement du gaz acide sulfureux.

Mais le four que nous considérons, n'est pas destiné à produire seulement du gaz acide sulfureux; il doit, en même temps, produire des vapeurs d'acide hypo-azotique. Pour cela, on prend un creuset, ou une espèce de marmite de fonte, que l'on a rempli d'avance d'un mélange d'acide sulfurique marquant 50° à l'aréomètre de Baumé et d'azotate de soude. Par l'action de l'acide sulfurique sur l'azotate de soude, surtout quand la chaleur intervient, il se dégage de l'acide azotique et de l'acide hypo-azotique, les deux produits se formant successivement ou d'une manière simultanée. Au moyen d'une forte pince à creuset, l'ouvrier, comme le représente la figure 405, introduit dans chaque compartiment du four la marmite contenant ce mélange, il la dépose sur la plaque formant la base du four, au milieu même du soufre en combustion, puis il referme la porte du foyer.

Sur la figure 405 on a représenté un des côtés du four ouvert, pour laisser voir la place du soufre et celle du creuset destiné à fournir les vapeurs d'acide hypo-azotique.

Sous l'influence de la chaleur développee par la combustion du soufre, le mélange s'échauffe et produit un abondant dégagement d'acide hypo-azotique, mêlé à une certaine quantité d'acide azotique. Par le tube B, qui surmonte le fourneau, le mélange des gaz acide sulfureux et acide hypo-azotique se dégage, et se rend dans la chambre de plomb,

c'est-à-dire dans la vaste capacité pleine d'air et de vapeurs d'eau, à l'intérieur de laquelle doit se produire la réaction qui transformera l'acide sulfureux en acide sulfurique.

Nous avons supposé, dans cette description, que c'est le soufre qui sert à la préparation de l'acide sulfurique. Le soufre a été, en effet, pendant plus d'un siècle le seul agent employé à la fabrication de l'acide sulfurique. Mais il importe de savoir qu'il est aujourd'hui remplacé par les pyrites, c'est-à-dire par le sulfure de fer naturel. Vers 1835, les propriétaires des usines de soufre de la Sicile, se croyant sûrs du monopole de cette matière, crurent pouvoir en augmenter le prix dans des proportions exorbitantes. En présence de cette élévation de prix, qui rendait impossible la fabrication de l'acide sulfurique, les manufacturiers français et allemands cherchèrent à substituer les pyrites au soufre. Les essais réussirent au delà de toute attente. On reconnut que les pyrites pouvaient, tout aussi bien que le soufre, être brûlées dans des foyers, et fournir de l'acide sulfureux, qui se transformait parfaitement en acide sulfurique dans les chambres de plomb. Seulement, il fallut modifier la disposition des foyers pour les adapter à la combustion des pyrites.

La substitution des pyrites au soufre est aujourd'hui générale. Les fabriques de Marseille, de Rouen, de Paris, de Lyon, etc., ainsi que les usines de l'Allemagne, de la Belgique et de l'Angleterre, ont complétement renoncé au soufre. Disons, toutefois, qu'il est regrettable que les soufres de Sicile soient ainsi absolument bannis, et qu'ils ne puissent pas subir une réduction de prix qui leur permettrait de reprendre possession des usines européennes. Il ne faut pas se dissimuler, en effet, que l'acide sulfurique fourni par les pyrites est inférieur à celui qui provient du soufre. Les pyrites sont toujours arsenicales, et l'acide sulfurique qui en provient est nécessairement souillé de produits arsenicaux. Aussi, quand on veut obtenir de l'acide sulfurique de qualité supérieure, faut-il avoir recours au soufre; et dans les fabriques importantes, on réserve toujours quelques chambres de plomb pour les faire, au besoin, marcher au soufre, et produire un acide irréprochable. Si les propriétaires de Sicile comprenaient leurs véritables intérêts, ils s'arrangeraient pour perfectionner leur système d'exploitation des mines, ainsi que leur procédé d'exploitation du minerai, et, pouvant ainsi abaisser leurs prix, ils permettraient à l'industrie européenne de revenir à leur soufre. Malheureusement, il n'en est pas ainsi. Les propriétaires siciliens, qui ont perdu le débouché de leur soufre dans les fabriques d'acide sulfurique, ont retrouvé un marché équivalent dans l'immense consommation de soufre que l'agriculture fait depuis plusieurs années pour combattre la maladie de la vigne. Assurés de placer les produits de leurs solfatares, les propriétaires de la Sicile ne se préoccupent de rien aujourd'hui; mais que la maladie de la vigne vienne à cesser, et ils seront bien forcés de donner satisfaction au vœu de l'industrie européenne, qui ne demanderait pas mieux que d'en revenir au soufre des solfatares.

En attendant, le soufre est aujourd'hui entièrement banni de la fabrication de l'acide sulfurique. Il est donc nécessaire, pour compléter ce qui précède, de donner la description des foyers où l'on brûle les pyrites destinées à la préparation de l'acide sulfurique.

Comme les pyrites varient beaucoup dans leurs propriétés physiques, leur combustibilité et leur richesse en soufre, il est à peu près impossible de donner une description rigoureuse des différentes espèces de foyers dont l'industrie se sert pour brûler les pyrites destinées à la fabrication de l'acide sulfurique.

On s'est longtemps servi des fours dits

à cuve, qui étaient semblables à nos fours à chaux. On construisait un four assez semblable au *calcarone* sicilien, que nous avons décrit en parlant du soufre, et l'on y entassait la pyrite, à laquelle on mettait le feu par le haut et qui brûlait couche par couche.

En Allemagne, depuis 1864 on s'est servi avec avantage du fourneau *Gerstenhofer*, ou *fourneau en terrasse*, dans lequel on fait tomber le minerai dans une direction, tandis que l'air destiné à la combustion, et dont on élève préalablement la température, arrive par une direction opposée. C'est une variété assez bien entendue du *four à cuve*.

Dans le midi de la France, on brûle les pyrites sur des grilles, dans des fourneaux semblables à celui que représente la figure 406. Le minerai P, est placé sur une grille *a*. On commence par faire brûler une certaine quantité de minerai dans la partie inférieure B, du four. La combustion de cette pyrite se propage à la pyrite P, placée dans le fourneau A. On ferme alors la porte H et l'on ouvre les deux portes F et G qui amènent l'air dans le fourneau. Pendant quelque temps, on laisse perdre les gaz par l'ouverture supérieure J. Lorsque le fourneau est rempli de pyrite enflammée et que la combustion est bien établie, on ferme au moyen de son couvercle de briques le fourneau J, et les gaz, au lieu de se perdre dans l'air, sont dirigés dans les chambres de plomb en suivant le large conduit CD. En traversant ce long carneau, les gaz provenant de la décomposition de la pyrite se débarrassent de leurs impuretés, particulièrement des composés arsenicaux. Il n'est plus nécessaire alors de faire usage de combustible; la pyrite brûle seule, pourvu que l'on entretienne un courant d'air convenable par les portes G, E, F, ouvertes ensemble ou isolément, selon le ralentissement ou l'accroissement d'activité de la combustion.

On place dans le carneau C, les marmites contenant le mélange destiné à la production de l'acide hypo-azotique.

Nous représentons dans les figures 407 et 408 le four pour la combustion des pyrites dont on fait usage dans les fabriques d'acide sulfurique de Marseille. Le même four sert au grillage de la pyrite et à la production du gaz hypo-azotique par le mélange de l'acide sulfurique et de l'azotate de soude.

Ce four, construit en briques, se compose d'un massif A, et de deux foyers B, B, destinés au grillage du minerai. Entre les deux foyers se trouve un bloc de grès, substance inattaquable par les acides, qui est creusé d'une cavité C, dans laquelle on place le mélange d'azotate de soude et d'acide sulfurique, qui doit fournir les vapeurs d'acide hypo-azotique destinées à la fabrication de l'acide sulfurique. Les gaz s'échappent par un conduit ménagé à la partie postérieure du four, mêlés avec les vapeurs d'acide sulfureux, provenant des pyrites qui brûlent dans les foyers B, B.

Pour faire marcher ce four, on opère, comme d'ailleurs dans tous les fours à pyrites, en commençant par allumer le foyer avec un combustible quelconque, et laissant perdre dans le tuyau de la cheminée de l'usine les produits de la combustion. Quand le four a été assez échauffé pour que la pyrite puisse brûler seule, au lieu de continuer à mettre le combustible sur les grilles, on y jette la pyrite en morceaux de la grosseur du poing. La pyrite s'enflamme, alors on ferme l'orifice du conduit qui dirigeait les produits de la combustion dans la cheminée, et l'on ouvre un autre conduit D (fig. 408) qui amène le gaz acide sulfureux provenant de la combustion des pyrites, dans les chambres de plomb. Bien entendu que les vapeurs nitreuses provenant du mélange qui se trouve dans la cavité C, pénètrent dans les chambres de plomb, mélangées avec l'acide sulfureux des pyrites.

Il est nécessaire de remuer souvent, avec

un ringard, les pyrites en combustion, pour donner à l'air un accès facile au milieu de leur masse.

On renouvelle toutes les trois heures le chargement du foyer avec de nouvelles pyrites. Leur propre combustion suffit pour entretenir la température au degré suffisant.

Les fours de Marseille peuvent brûler 2000 kilogrammes de pyrites en 24 heures,

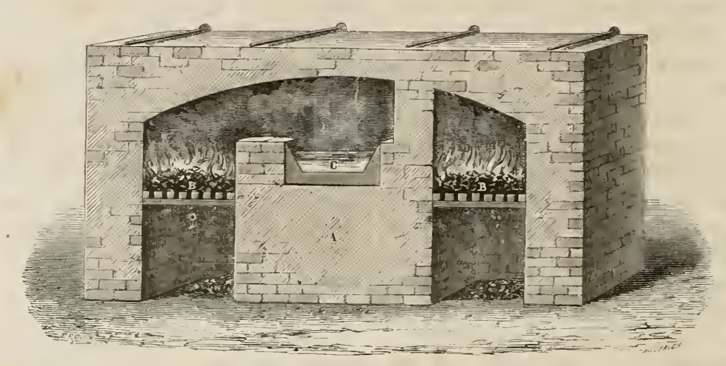


Fig. 407. — Four à pyrites de Marseille (coupe et élévation).

chaque foyer en brûlant 1000 kilogrammes.

Dans la fabrique d'acide sulfurique de Saint-Gobain, à Aubervilliers, comme dans la plupart de celles du Nord, on brûle les pyrites dites *menues*, qui ne sont autre chose que le minerai naturel pulvérisé pour rendre sa combustion plus facile.

Les fours pour sa combustion de la pyrite même sont à trois étages. L'air circule successivement, au moyen de carneaux, d'une

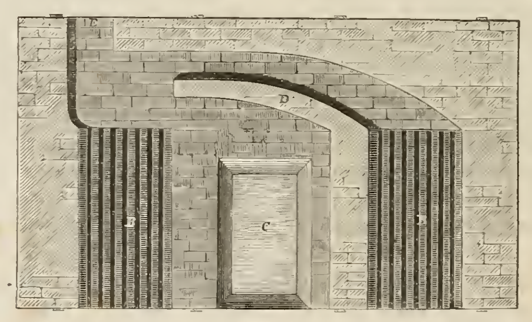


Fig. 408. — Four à pyrites de Marseille (coupe et plan).

grille à l'autre. On brûle ainsi jusqu'aux dernières traces de soufre contenues dans les pyrites.

On verra représenté le four pour la combustion des pyrites menues dans la grande planche (fig. 410, p. 732 et 733), qui présentera l'ensemble des opérations d'une fabrique d'acide sulfurique.

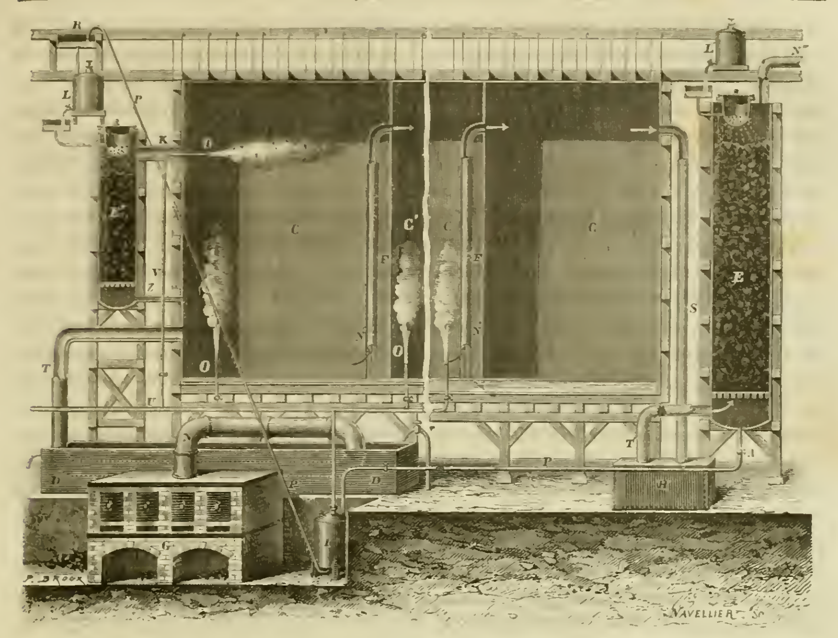


Fig. 409. — Coupe des trois chambres de plomb de la colonne de Gay-Lussac et de la dénitrante.

G. Fourneau à soufre et à nitre.
N. Tube conduisant les gaz sulfureux et hypoazotique dans le réfrigérant.
DD. Réfrigérant.
T. Tube amenant les gaz sulfureux et hypoazotique dans la première chambre.
C. Première chambre, ou premier *tambour*.
C'C'. Deuxième chambre.
C''. Troisième chambre.
N'F, N'F'. Tubes de plomb faisant communiquer entre elles les chambres de plomb.
S. Tube conduisant les gaz de la troisième chambre dans le réservoir condenseur H.
H. Réservoir condenseur.
T'. Tube conduisant le gaz du réservoir condenseur dans la colonne de Gay-Lussac.
r. Robinet alimentant d'eau courante le réfrigérant D.
E. Colonne de Gay-Lussac.
L'. Vase de Mariotte déversant de l'acide sulfurique faible dans la colonne de Gay-Lussac.
N''. Tube évacuant dans la cheminée de l'usine l'air et les gaz résidus de l'opération.
APD. Tube amenant l'acide sulfurique chargé de gaz nitreux dans le *monte-acide*.
I. *Monte-acide* agissant par la pression de la vapeur venant du tube U.
PPR. Tube amenant l'acide du *monte-acide* dans le réservoir R, d'où l'acide coule dans la *colonne dénitrante* E', au moyen du vase de Mariotte L.
E'. Colonne dénitrante.
K. Entrée des vapeurs nitreuses provenant de la colonne dénitrante dans la première chambre C.
Z. Retour de l'acide sulfurique débarrassé des vapeurs nitreuses dans la première chambre C.
O, O. Jets de vapeur dans les chambres.

Chambres de plomb.— La figure 409 représente une coupe verticale des trois chambres de plomb qui servent à la fabrication de l'acide sulfurique. On voit à la partie inférieure et en élévation, le même fourneau que nous avons présenté à une plus grande échelle dans la figure 405 (page 724). Grâce au rappel de cette figure, nous allons pouvoir suivre le chemin parcouru par les gaz sortant du fourneau et se dirigeant vers les chambres de plomb.

En effet les gaz sulfureux et hypo-azotique

formés dans le fourneau à soufre et à nitre, G, ne pénètrent pas immédiatement dans les chambres de plomb. Leur température est trop élevée au sortir du foyer pour qu'on puisse leur donner immédiatement accès dans ces chambres ; il est indispensable de les refroidir avant de les admettre dans ces enceintes. Pour cela, les gaz sortant du fourneau G traversent le large tube N et vont plonger dans de l'eau froide, contenue dans un bac, DD. Ce tube s'infléchit et plonge dans l'eau, suivant la direction représentée sur la figure 409 par une ligne ponctuée. Comme l'eau de ce bac est courante et se renouvelle sans cesse, grâce au robinet *r*, elle refroidit considérablement le tube N qui contient les gaz, et par conséquent le gaz lui-même.

En sortant du bac réfrigérant le gaz pénètre, par le tube T, dans la première chambre de plomb, C. Il y a trois chambres de plomb C, C′, C″, communiquant entre elles par des tubes de plomb N′F, N′F′. La première est la plus petite, la seconde est la plus vaste, et la troisième est de grandeur moyenne entre la première et la deuxième. Cette succession de vastes capacités a pour but d'offrir aux gaz réagissants la quantité d'air nécessaire pour leur combinaison. C'est dans la première capacité, ou dans le premier *tambour*, comme on l'appelle dans les usines, que se font les réactions principales; dans le dernier *tambour* les réactions ne font que se compléter.

Dans la figure 409 on s'est borné à représenter la première et la troisième chambre C et C″ ; la chambre moyenne, C′, est supposée coupée.

Considérons isolément la première de ces chambres, C. Dans cette chambre arrivent à la fois les gaz sulfureux et nitreux, par le tube T, et un courant de vapeur d'eau, qui débouche par le tube O. A la partie inférieure de la chambre de plomb est une couche d'eau liquide, provenant de la condensation de la vapeur.

Ainsi tous les éléments nécessaires à la production de l'acide sulfurique, à savoir, les gaz acide sulfureux et hypo-azotique, l'eau et l'oxygène de l'air, se trouvent réunis. Alors se produisent les réactions chimiques que nous avons analysées en donnant la théorie de l'opération, c'est-à-dire, la formation des cristaux d'acide *azoto-sulfurique*, puis la décomposition de ces cristaux par l'eau, avec production d'acide sulfurique, lequel reste dissous dans l'eau, et dégagement d'acide azoteux, lequel devient libre, se répand dans l'air de la chambre et se transforme en acide hypo-azotique aux dépens de l'oxygène de l'air. Il y a donc de nouveau en présence les acides sulfureux, hypo-azotique, de l'air, de l'eau, de sorte que les mêmes combinaisons recommencent ; c'est-à-dire, qu'il se forme de nouveau de l'acide *azoto-sulfurique*, etc.

Dans cette réaction, l'une des plus curieuses assurément que puisse citer la chimie, et l'une des plus fécondes pour l'industrie, par ses conséquences économiques, le composé nitreux reste pour ainsi dire intact. Il n'est qu'une sorte d'agent intermédiaire qui provoque la suroxydation continuelle de l'acide sulfureux par l'oxygène de l'air. Le composé nitreux fait la navette, pour emprunter l'oxygène à l'air atmosphérique et le transporter sur l'acide sulfureux. Voilà pourquoi la fabrication de l'acide sulfurique se fait à si peu de frais; elle se réduit, en définitive, à brûler du soufre pour produire de l'acide sulfureux, et à transformer cet acide sulfureux en acide sulfurique, grâce à l'intervention d'un composé nitreux, lequel, en théorie, n'est jamais perdu, et dont, en pratique, les pertes sont très-faibles.

L'air est un élément essentiel à l'opération, puisque c'est son oxygène qui doit opérer la suroxydation de l'acide sulfureux. D'un autre côté, il faut agir en vase clos, pour conserver les produits. Le leoteur s'ex-

plique maintenant la nécessité de ces trois vastes chambres de plomb.

Nous avons dit qu'il y a dans les fabriques, trois chambres qui se suivent et qui communiquent entre elles par des tubes de plomb. Ce que nous avons indiqué pour une chambre se passe dans toutes les autres. Seulement on donne un plus grand volume à la seconde chambre et une plus petite capacité à la chambre terminale. On n'envoie plus de vapeurs d'eau dans ce dernier compartiment, car les réactions se sont terminées dans les deux premiers *tambours*, et le dernier n'a pour but que de maintenir autant que possible les deux gaz en présence, et de permettre la condensation des dernières portions d'acide sulfurique. Il n'y a guère, dans cette troisième chambre, qu'un peu d'acide sulfureux et des vapeurs hypo-azotiques.

En sortant de cette chambre, les gaz pourraient être rejetés dans l'air, mais ils sont encore chargés d'une certaine quantité de gaz hypo-azotique. L'industrie doit à Gay-Lussac et à Lacroix, le perfectionnement remarquable qui consiste à retenir les vapeurs nitreuses qui se perdaient dans les opérations anciennes, et qui aujourd'hui sont conservées et ramenées dans la première chambre. Voici par quels moyens singulièrement ingénieux on arrive à ce résultat. Une longue colonne de fonte, E, remplie de coke et arrosée d'acide sulfurique faible, est placée après la dernière chambre de plomb. L'acide sulfurique tombe constamment, grâce à un vase de Mariotte, L', sur la colonne de coke. Les gaz sortant de la dernière chambre de plomb C'', descendent d'abord, par le tube S, dans un réservoir vide en plomb, H, où se condensent les dernières portions d'acide sulfurique. De ce réservoir, les gaz remontent, par un tuyau coudé T', et pénètrent dans la colonne de coke E. Là, l'acide sulfurique qui humecte le coke, dissout les vapeurs d'acide hypo-azotique, et comme ce liquide est froid, il retient et conserve ces vapeurs. L'acide sulfurique ainsi chargé de gaz nitreux s'écoule, par son propre poids, dans le tube APD, et se rend dans un *monte-acide*, I. Là l'action de la vapeur, ou la pression de l'air comprimé, le fait remonter par le tube PPR dans une colonne E', nommée la *colonne dénitrante*. C'est une petite capacité pleine de morceaux de verre, et que traverse sans cesse un courant de vapeur d'eau. Par l'effet de la chaleur de cette vapeur, l'acide sulfurique nitreux (hypo-azotique) est débarrassé de son acide nitreux, composé très-volatil. Les vapeurs de cet acide hypo-azotique passent par le tube K, pénètrent dans la première chambre de plomb, C, et vont servir à une nouvelle opération. L'acide sulfurique, débarrassé de cet acide hypo-azotique, rentre également dans la même première chambre C, par le tube Z.

Ainsi de l'acide sulfurique chargé de vapeurs nitreuses qui arrive de la *colonne de Gay-Lussac*, la portion liquide rentre dans la première chambre, par le tube Z situé à la partie inférieure de la *colonne dénitrante* E', et le gaz hypo-azotique rentre dans la même chambre par le tube K, situé à la partie supérieure de la *colonne dénitrante*. Grâce à cet admirable artifice, rien n'est perdu, tout rentre sans cesse dans la circulation, et la fabrication marche d'une manière continue.

Le gaz qui reste dans la dernière chambre, après qu'il a traversé la *colonne dénitrante* qui lui a enlevé les vapeurs d'acide hypo-azotique, ne contient plus rien d'utile. C'est de l'air chargé d'azote à peu près uniquement. Il n'y a plus qu'à l'évacuer. Ce résidu gazeux s'échappe par le tube N'' dans la cheminée générale de l'usine, qui l'entraîne au dehors, avec la fumée et les gaz du foyer.

Tel est l'ensemble, assez compliqué, des opérations qui constituent la fabrication de

A. Four à pyrite.

B. Marmites placées dans le fourneau à soufre pour la production du gaz nitreux.

B'. Tuyau qui emporte les gaz sulfureux et nitreux.

C. Tourelle pour la production des gaz nitreux.

D. Réfrigérant.

S. Vase recevant l'eau condensée dans le réfrigérant ; l'eau s'écoule par le tube *e*.

R. Tuyau qui conduit dans la première chambre de plomb, les gaz sortant du réfrigérant.

E. Première chambre où s'accomplissent les premières réactions.

F. Seconde chambre où les réactions sont en partie complétées.

G. Troisième chambre où les gaz en excès sont seulement nitreux.

H. Colonne de Gay-Lussac enlevant les gaz nitreux par l'acide sulfurique à 62°.

I. Tuyau d'appel de l'appareil envoyant les gaz inutiles dans un carneau ou égout P qui les conduit à la cheminée.

P. Carneau ou égout, communiquant avec la cheminée de l'usine.

L. Réservoir-condenseur (réservoir Pot).

J. Monte-acide envoyant l'acide nitreux par un tube *a,a*, dans un bassin N pour le service de la colonne dénitrante.

***y*.** Tube amenant le liquide de la colonne de Gay-Lussac dans un réservoir-condenseur L.

***x*.** Tube amenant le même liquide dans le *monte-acide*.

***b*.** Tube faisant descendre le liquide dans la *colonne dénitrante*.

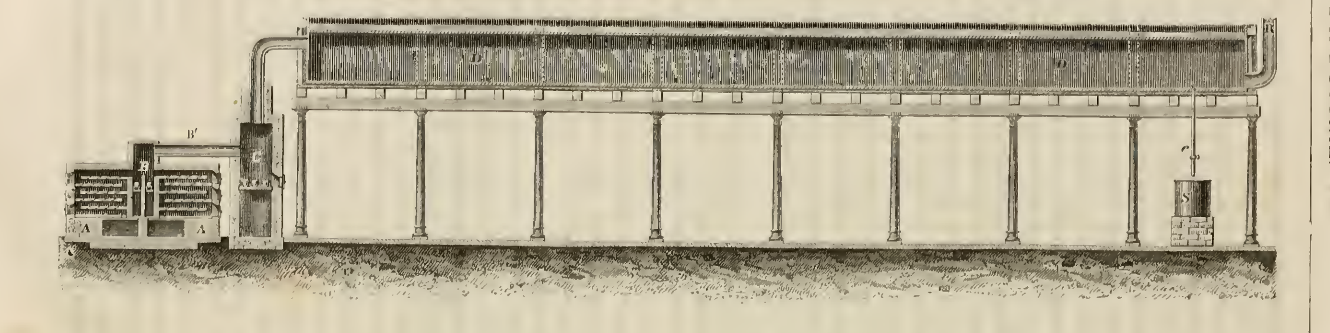
K. Colonne dénitrante en pierre de Volvic servant à séparer au moyen de la vapeur d'eau les gaz nitreux.

M. Vase de Mariotte.

N. Bassin (d'en haut).

***c*.** Tuyau de communication de la colonne dénitrante à la première chambre.

***d*.** Tube général de conduite de vapeur.



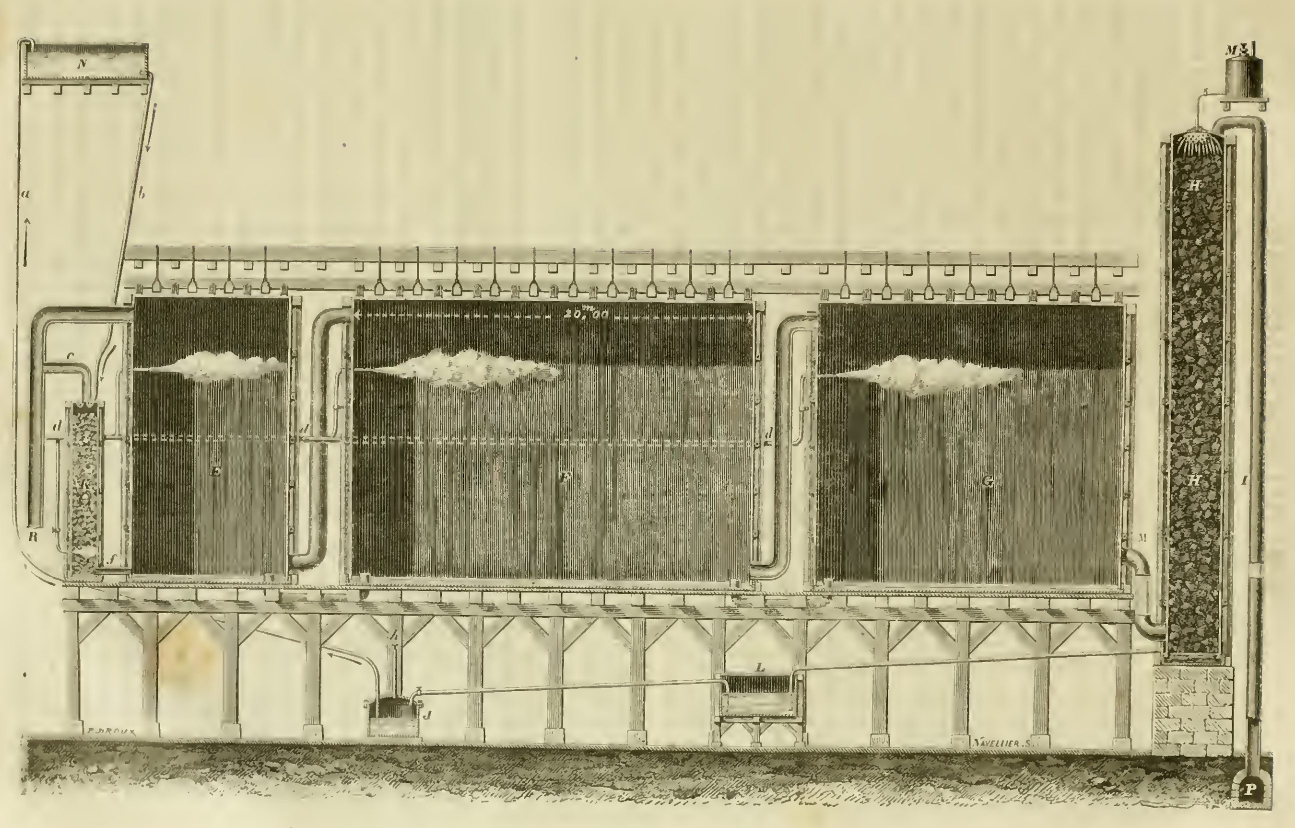


Fig. 410. — Ensemble des appareils pour la fabrication de l'acide sulfurique dans les chambres de plomb.

l'acide sulfurique dans les chambres de plomb. Il nous paraît indispensable, pour faire comprendre parfaitement l'ensemble et l'enchaînement de ces opérations, de mettre sous les yeux du lecteur une figure générale, dans laquelle sont groupés, à leur place régulière, tous les appareils qui servent à la fabrication de l'acide sulfurique, depuis la combustion de la pyrite et du nitre dans le fourneau, jusqu'au moment où l'acide sort de la dernière chambre, dissous dans l'eau et marquant 50 degrés à l'aréomètre de Baumé.

Pour composer cette figure d'ensemble destinée à montrer d'un coup d'œil toute la fabrication de l'acide sulfurique dans les chambres de plomb, nous avons obtenu du directeur de l'usine de Saint-Gobain, située à Aubervilliers, près de Paris, l'autorisation de faire dessiner la série des appareils servant à cette fabrication. On sait que la fabrique d'acide sulfurique de Saint-Gobain est une des plus importantes de France, et qu'elle se distingue en ce qu'on y trouve réunis tous les perfectionnements, toutes les améliorations qu'a réalisés dans ces derniers temps cette industrie.

La figure 410 représente donc l'installation générale des chambres de plomb et de leurs annexes, dans la fabrique de Saint-Gobain. A, est le four à pyrite. B, est la partie de ce même fourneau où l'on place les marmites contenant l'azotate de soude et l'acide sulfurique destinés à produire les vapeurs nitreuses; B', est le tuyau donnant issue au gaz acide sulfureux formé par la combustion de la pyrite; C, est ce que l'on nomme dans l'usine de Saint-Gobain, la *tourelle*, c'est-à-dire un fourneau circulaire séparé, dans lequel on produit de l'acide hypo-azotique par le mélange de l'acide sulfurique et de l'azotate de soude. Le gaz hypo-azotique résultant de cette réaction s'échappe par un tube, mêlé au gaz sulfureux et aux vapeurs nitreuses qui arrivent ensemble du four à pyrite. Ce mélange gazeux traverse le réfrigérant D. Dans l'usine de Saint-Gobain le réfrigérant des gaz est un conduit prismatique en tôle, qui est rafraîchi par un courant d'eau coulant seulement à la partie supérieure du conduit. Refroidi dans ce long parcours par l'eau du réfrigérant, le mélange des gaz sulfureux et nitreux pénètre, par le tube RR, dans la première chambre, ou premier *tambour* E. Quand il s'introduit dans le premier *tambour*, ce mélange gazeux est à la température de + 65° : un thermomètre placé sur le trajet du gaz, à son entrée dans ce premier *tambour*, indique invariablement cette température. En même temps que les gaz sulfureux et hypo-azotique pénètrent dans le premier *tambour* E, un jet de vapeur, fourni par le tube général de vapeur *d*, s'y introduit également. Les réactions essentielles s'accomplissent, ainsi que nous l'avons déjà dit, dans cette première chambre. De la première chambre E, le gaz, traversant le tube *d*, pénètre dans la deuxième chambre F, ou deuxième *tambour*, puis il s'écoule dans le troisième et dernier *tambour* G.

Le gaz qui sort de la dernière chambre G, est chargé d'une quantité notable de vapeurs d'acide hypo-azotique, ce qu'il est facile de reconnaître à la couleur rougeâtre qu'il conserve. Pour pouvoir s'assurer de la couleur des gaz, et par conséquent de la présence de l'acide hypo-azotique, une partie du tube de fonte, M, est remplacée, comme on le voit sur la figure, par un manchon transparent en verre, à travers lequel on aperçoit facilement le gaz coloré.

Pour s'emparer de ce gaz hypo-azotique, et ne pas le rejeter inutilement au dehors, on fait passer, avons-nous dit, le mélange gazeux sortant de la troisième chambre, dans la colonne dite de *Gay-Lussac* HH, laquelle se compose d'un très-haut cylindre plein de coke, arrosé de haut en bas par de l'acide sulfurique faible, qui a la pro-

priété de dissoudre le gaz hypo-azotique.

On voit représenté sur la figure 410 le système au moyen duquel l'acide sulfurique tombe dans la colonne de coke. Un vase de Mariotte, M, se remplit d'acide par un réservoir supérieur, et cet acide se déverse dans le haut de la colonne de Gay-Lussac.

L'acide sulfurique faible traversant toute la colonne de coke, III, et rencontrant l'acide chargé de vapeurs nitreuses, dissout ces vapeurs, et tombe à la partie inférieure de la colonne de coke, d'où il s'écoule, par le tube *y*, dans le réservoir L, et de là, par le tube *x*, dans un *monte-acide*, J. Ce *monte-acide* se compose d'un jet d'air comprimé, amené par le tube *h*. L'air, pressant sur le liquide, l'élève, à travers le tube *aa*, dans le réservoir N, d'où il descend par le tube *b* dans la colonne *dénitrante*, K, laquelle est placée près de la première chambre. Cette *colonne dénitrante*, beaucoup plus petite que la colonne de *Gay-Lussac* et placée à l'extrémité opposée, reçoit un jet de vapeur qui en élève la température. Par l'effet de cette haute température, l'acide sulfurique faible perd son gaz acide hypo-azotique, qui se vaporise et pénètre par le tube *c* dans la première chambre E, tandis que l'acide liquide privé de vapeurs nitreuses se rend, par le tube *f*, dans la même première chambre.

CHAPITRE IX

CONCENTRATION DE L'ACIDE SULFURIQUE ARRIVANT DES CHAMBRES DE PLOMB. — SA CONCENTRATION DANS LES CHAUDIÈRES DE PLOMB, ENSUITE DANS LES VASES DE PLATINE OU DE VERRE.

Au sortir des chambres de plomb, l'acide sulfurique est dilué dans une assez grande quantité d'eau. Sa densité n'est que de 1,05, qui répond à 50 degrés de l'aréomètre de Baumé. Il s'agit de lui donner le degré de concentration qu'exige le commerce, c'est-à-dire la densité de 2, correspondant à 66° de l'aréomètre de Baumé.

La concentration de l'acide sulfurique se fait en deux périodes : on l'évapore d'abord dans des vases de plomb, ensuite dans des vases de platine ou de verre. On comprendra la nécessité de la substitution du platine au plomb dans les derniers temps de l'évaporation, quand on saura que l'acide sulfurique bouillant, qui n'attaque point le plomb, lorsqu'il est étendu d'eau, l'attaque, au contraire, lorsqu'il est concentré jusqu'à 60 degrés environ de l'aréomètre de Baumé. Cet acide concentré et bouillant dissout alors le plomb, en formant du sulfate de plomb et dégageant de l'acide sulfureux : par conséquent, il trouerait les chaudières de plomb. De là la nécessité de terminer l'évaporation dans une chaudière composée d'une substance inattaquable par l'acide sulfurique concentré et bouillant. Le platine et le verre sont dans ce cas.

Les chaudières pour la concentration de l'acide sulfurique sont quadrangulaires, larges et peu profondes. Pour accélérer l'opération, l'acide ne doit pas s'élever à la hauteur de plus de 30 à 35 centimètres. Un seul foyer chauffe cinq chaudières, lesquelles sont disposées en terrasse, de telle sorte que la première est seule chauffée par le foyer ; les six autres sont chauffées par l'air chaud qui circule autour du foyer. Ces chaudières communiquent entre elles par un siphon.

Dans l'usine de Saint-Gobain, à Aubervilliers, les chaudières ont une profondeur inégale : leur profondeur diminue à mesure qu'augmente la concentration de l'acide.

D'ailleurs la disposition des chaudières varie selon les fabriques. L'important est de produire l'évaporation avec économie, et les moyens d'y parvenir le mieux dépendent des ressources locales et de l'espèce de combustible dont on dispose.

Quand l'acide est parvenu à 60 degrés, on

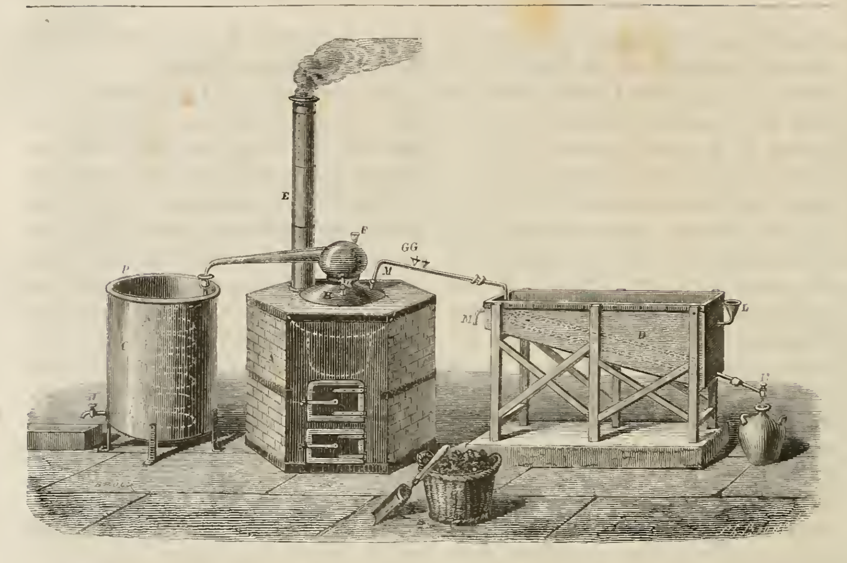


Fig. 411. — Alambic de platine pour la concentration de l'acide sulfurique.

l'introduit dans l'appareil de platine, pour l'amener à 66 degrés de l'aréomètre de Beumé.

La figure 411 représente l'appareil en platine qui sert à la concentration de l'acide sulfurique. B, est l'alambic, placé sur un fourneau A. Le tuyau E, que suit la fumée, va s'engager dans la cheminée de l'usine. F, est le tube par lequel on introduit l'acide sulfurique dans l'alambic : ce tube s'arrête dans l'alambic, à la hauteur que l'acide doit occuper. L'alambic est pourvu d'un flotteur, *a*, semblable à ceux des machines à vapeur, et qui indique à chaque instant la hauteur que le liquide occupe dans l'alambic. C, est le serpentin en plomb, destiné à diriger la vapeur d'eau dans un réfrigérant, P, lequel est toujours rempli d'eau courante, qui condense rapidement cette vapeur.

L'appareil représenté à droite de la figure, a pour objet de rendre continue la distillation de l'acide sulfurique, et d'éviter la nécessité, qui serait dangereuse, d'interrompre le chauffage pour ajouter de nouveau liquide dans l'alambic. Voici comment l'appareil fonctionne.

G, G′, sont deux ouvertures pratiquées sur un véritable siphon, dont la plus longue branche est représentée par le tube GDH. Lorsqu'il s'agit de retirer de la chaudière l'acide concentré parvenu à 60 degrés de concentration, on s'occupe de le *siphonner*, c'est-à-dire, de l'extraire de l'alambic sans interrompre le feu. Pour cela on se sert du véritable siphon représenté par le tube recourbé MGDH, qui est renfermé en partie dans une caisse D pleine d'eau courante qui entre par le robinet L, et qui refroidit le siphon. On ferme le robinet H, et l'on ouvre les deux robinets dont sont munis les deux entonnoirs G, G′. Par l'entonnoir G on verse de l'acide concentré, jusqu'à ce que celui-ci sorte par l'entonnoir G′. On est sûr alors que le tube tout entier du siphon MGDH, depuis la chaudière jusqu'à l'extrémité H, est plein de liquide. Cela revient à dire que l'on a

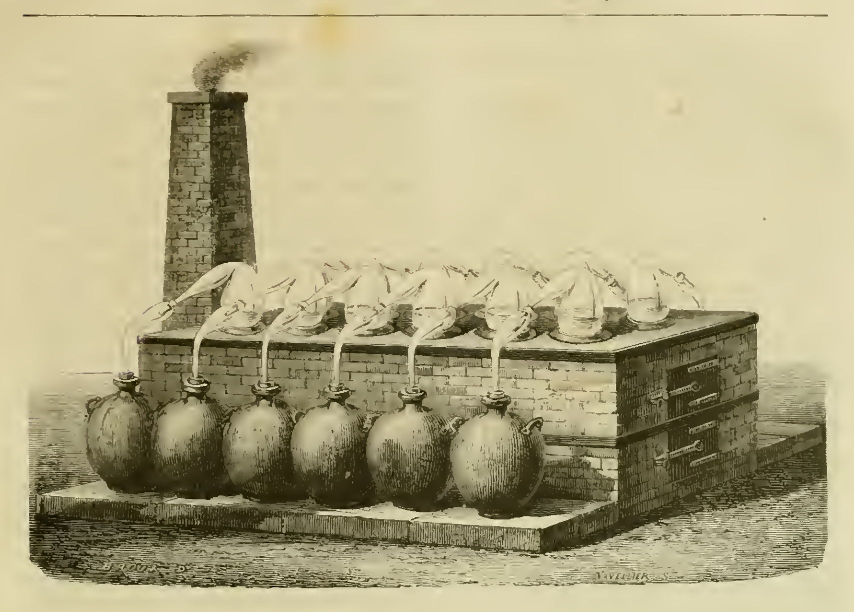


Fig. 412. — Concentration de l'acide sulfurique dans des cornues de verre.

amorcé le siphon, et que dès que l'on ouvrira son extrémité H, en tournant le robinet, le liquide s'écoulera et la chaudière sera évacuée. En effet, on bouche, au moyen de deux vis de platine taraudées, les deux orifices GG', après avoir enlevé les entonnoirs, et on ouvre le robinet H. Le siphon produisant son effet (par suite de la différence de niveau entre le liquide qui remplit l'alambic B, et celui qui remplit la longue branche du siphon MGDH), l'acide coule par le robinet H, et vient remplir la bonbonne placée sous ce robinet.

Pour rendre l'opération continue il faut remplacer l'acide que l'on veut vider par une nouvelle quantité d'acide à 60 degrés. Pour cela, en même temps que l'on ouvre le robinet H, pour donner écoulement à l'acide concentré, on fait arriver de l'acide à 50 degrés dans le même alambic, en l'introduisant par le tube F.

La difficulté de cette dernière opération, c'est de bien régler l'arrivée de l'acide à 50 degrés par le tube F sur la sortie du filet d'acide à 66 degrés qui s'écoule par le tube H. Ces deux filets liquides doivent être maintenus constants, et l'on n'a pas à craindre qu'ils se mélangent, car la courte branche du siphon descend jusqu'au fond de l'alambic, c'est-à-dire la partie dans laquelle se trouve l'acide concentré ; au contraire, le tube F n'arrive qu'à la surface du liquide, de telle sorte que l'acide à 60 degrés que l'on introduit, se maintient dans la partie de la chaudière, par suite de sa densité moindre.

Un appareil en platine dont l'alambic pèse 63 kilogrammes, le chapiteau 6 kilogrammes, les ajutages, le flotteur, etc., 2 kilogrammes, le siphon 10 kilogrammes, en tout 81 kilogrammes, coûte environ 80,000 francs. L'intérêt de cette somme et

l'usure de l'appareil représentent une dépense de 24 francs par jour.

Le prix élevé et l'usure des appareils de platine empêchent quelques fabricants d'en faire usage. Dans les localités où le verre est à bas prix, on a avantage à opérer la concentration de l'acide sulfurique dans de simples cornues de verre, bien que chaque cornue ne puisse servir qu'à un très-petit nombre de distillations.

Il faut que le verre destiné à opérer la concentration de l'acide sulfurique, soit très-pauvre en alcali, pour n'être pas attaqué par l'acide sulfurique bouillant. Les verreries de Birmingham fournissent à très-bas prix des cornues ayant cette qualité. Aussi, en Angleterre, les 70 centièmes de l'acide sulfurique sont-ils concentrés dans le verre.

Nous représentons (fig. 412) le fourneau qui sert à opérer la concentration de l'acide sulfurique dans des cornues de verre, chez la plupart des fabricants anglais.

Les cornues dans lesquelles on condense l'acide sulfurique, sont munies d'allonges, dont les becs plongent dans des bonbonnes. Chaque cornue est placée sur une marmite en fonte contenant du sable, qui lui transmet la chaleur du fourneau, pour qu'elle ne reçoive pas directement la chaleur.

Quand la distillation est terminée, on laisse les cornues se refroidir, et on en retire l'acide à 66 degrés qui s'y trouve. La même cornue ne peut servir qu'à cinq ou six concentrations.

On a essayé de se passer du platine ou du verre pour la concentration de l'acide sulfurique. M. Kuhlmann, de Lille, a proposé de concentrer l'acide sulfurique dans des cornues de plomb, en faisant le vide dans l'appareil.

En effet, l'acide sulfurique à 66 degrés de Baumé, qui bout, à l'air libre, à la température de 325°, peut n'entrer en ébullition qu'à 190° s'il n'est plus soumis qu'à une faible pression atmosphérique, mesurée par 3 ou 4 centimètres de la colonne barométrique. M. Kuhlmann a essayé de faire passer cette idée dans la pratique, mais il n'a qu'imparfaitement réussi.

En 1872, un fabricant de produits chimiques de Belgique, M. de Hemptinne, de Molenbeeck, dont l'usine se trouve à Saint-Jean, près de Bruxelles, a repris les recherches de M. Kuhlmann, et paraît être arrivé à résoudre le problème de se passer des appareils de platine, si coûteux, ou des appareils de verre si fragiles et qu'il faut si souvent renouveler.

La *Revue de chimie* de M. Ch. Mène, dans son numéro du 6 février 1873, a donné la description suivante des appareils de M. de Hemptinne pour la concentration de l'acide sulfurique dans le vide.

« La concentration de l'acide sulfurique à 66° se fait au moyen du vide dans une chaudière en plomb dont les parois épaisses résistent à la pression atmosphérique parce que cette cuvette a été remplie de cailloux siliceux ou de boules de grès ou de verre de 3 à 4 centimètres de diamètre, inattaquables par l'acide. On produit le vide au moyen de la condensation de la vapeur injectée dans une chaudière de fonte accolée à l'appareil, et qui est garnie à l'intérieur de douves de bois, d'un plafond et d'un plancher de même matière destinés à empêcher (point capital de l'opération) l'échauffement inutile du métal. La vapeur y est amenée par un tuyau ou elle expulse en quelques minutes l'air de l'intérieur à l'aide d'un tuyau à robinet de décharge. Lorsque l'air est sorti, une injection d'eau en fine poussière amenée par un tuyau à boules produit rapidement un vide de 70 à 72 centimètres qui est indiqué par un baromètre à mercure.

« La première condensation se fait par l'eau en réserve dans une boule de cuivre et par celle qui est aspirée facilement d'un réservoir supérieur par un robinet à filtre. Le reste de la condensation s'achève au moyen de l'eau aspirée et filtrée plus bas dans la cuve inférieure ou dans un puits de profondeur moyenne. Lorsque le vide le plus élevé possible est obtenu, on ouvre un robinet et l'on extrait l'air des diverses parties de l'appareil de concentration. Le feu ayant été allumé dans le fourneau de l'alambic, les vapeurs acidulées se dégagent par deux chapiteaux et un tuyau refroidi dans une gouttière de plomb : les petites eaux produites se rendent dans un récipient cylindrique formé de trois tronçons de tuyaux de poterie de grès, recouverts de plomb. On

reconnaît que l'acide est suffisamment concentré lorsque deux thermomètres marquent 200 à 205 degrés centigrades aux deux extrémités opposées de l'appareil et que le vide est maintenu à 70 ou 75 centimètres de mercure comme point de sûreté. Un petit flotteur indicateur qui ne danse plus, montre que l'ébullition a cessé; alors on laisse rentrer l'air dans l'appareil par une ouverture spéciale et l'on extrait l'acide jusqu'à 10 centimètres du fond par un siphon qui plonge dans un puits de 6 mètres afin de former tuyau barométrique infranchissable à l'air. Le feu avait déjà pu être retiré depuis une heure environ du fourneau de l'appareil. Pendant le soutirage et pour éviter le surchauffement du plomb de l'alambic, on injecte à l'intérieur du fourneau, de l'eau en pluie fine au moyen d'une lance d'arrosage, l'acide chaud est d'abord refroidi dans le manchon, puis il coule dans le cylindre réfrigérant. Il passe de là, à l'abri du contact de l'air, dans une citerne filtre qui se compose d'une digue quadrangulaire formée par des cloisons en plomb percées de trous, dans l'intervalle desquels on a tassé un mélange d'amiante, de pierre ponce, de verre pilé et de cailloux. Ces matières renferment du sulfate de plomb en suspension dans l'acide : le produit clarifié qui a traversé la muraille poreuse de la digue est soutiré par un robinet de grès, dans les bonbonnes destinées au commerce. Au lieu de filtre, on peut employer de grandes citernes de décantation en plomb, dans lesquelles, à l'abri du contact de l'air, le dépôt se fait en quatre ou cinq jours : dans l'intervalle et pour recommencer une nouvelle opération, on a rétabli le vide dans l'alambic, et l'on y a aspiré l'acide d'une des cuvettes préparantes, on a appliqué à cette chaudière le chauffage tubulaire intérieur, c'est-à-dire 6 tuyaux de plomb de 12 centimètres de diamètre.

« Le robinet à air qui est de l'invention de M. de Hemptinne mérite une grande attention. Ce robinet, qui tient parfaitement le vide, se compose de deux rondelles de bronze exactement dressées qui tournent l'une sur l'autre. Elles sont percées de deux trous ronds de 12 millimètres de diamètre ; lorsque l'on veut ouvrir le robinet, c'est-à-dire faire correspondre les deux trous, on fait tourner la menotte de cuivre qui est creuse. »

CHAPITRE X

PROPRIÉTÉS DE L'ACIDE SULFURIQUE. — L'ACIDE SULFURIQUE ANHYDRE. — L'ACIDE SULFURIQUE DE NORDHAUSEN. — PRÉPARATION DE L'ACIDE DE NORDHAUSEN DANS L'INDUSTRIE.

L'acide sulfurique constitue un liquide incolore, comme oléagineux, et d'une densité considérable (1,84). Il entre en ébullition à + 325 degrés et devient solide à — 35 degrés. Il rougit le tournesol avec beaucoup d'énergie, et produit cet effet même quand il est étendu de mille fois son poids d'eau.

L'acide sulfurique est un corps très-avide d'eau et qui s'y combine avec dégagement de chaleur. Quand on fait un mélange de cet acide avec la moitié environ de son volume d'eau, le thermomètre peut accuser une température de 100 degrés. Aussi faut-il opérer ce mélange avec précaution, pour éviter les projections d'acide résultant d'une brusque ébullition.

C'est en vertu de son affinité pour l'eau que l'acide sulfurique abandonné à l'air libre, finit par s'affaiblir beaucoup, en absorbant l'humidité répandue dans l'air. Aussi ce corps est-il employé dans les laboratoires pour dessécher les gaz, c'est-à-dire pour absorber l'eau contenue en vapeurs dans ces gaz.

L'affinité de l'acide sulfurique pour l'eau fait que cet acide mis en contact avec des matières organiques, en provoque la destruction. Il s'empare de leur hydrogène et de leur oxygène, sous forme d'eau, qu'il absorbe, et met ainsi leur charbon à nu. C'est pour cela que le bois, les allumettes, les bouchons, etc., plongés dans l'acide sulfurique, sont, comme on le dit, *charbonnés*, *carbonisés*, par ce puissant réactif.

Quand on voit cette avidité extraordinaire de l'acide sulfurique pour l'eau, on est porté à penser que ce corps est anhydre. Il n'en est rien pourtant, car l'acide sulfurique dont nous venons de parler, contient de l'eau : c'est un *hydrate*, pour employer le langage des chimistes. Sa composition est représentée par la formule chimique SO^3,HO (un équivalent d'acide et un équivalent d'eau).

Il existe aussi un second hydrate d'acide sulfurique, $SO^3,2HO$, qui diffère du précédent en ce qu'il cristallise en gros cristaux, à

la température de zéro degré. On voit souvent se former des cristaux semblables dans les flacons d'acide sulfurique des laboratoires exposés au froid. Ces cristaux persistent jusqu'à une température de 7 ou 8 degrés au-dessus de zéro. Mais ce dernier hydrate se décompose par la chaleur. Soumis à la distillation, il abandonne de l'eau et se transforme en acide monohydraté, SO^3,HO.

Cet acide monohydraté, SO^3,HO, est celui qui marque 66° à l'aréomètre de Baumé. C'est un corps parfaitement constitué au point de vue chimique. Il a un point d'ébullition constant (325 degrés). Il distille alors sans altération, et c'est le seul hydrate d'acide sulfurique qui puisse distiller sans se détruire. C'est donc l'hydrate dont la constitution chimique est la mieux établie.

L'acide sulfurique anhydre (SO^3) existe pourtant, et il n'est pas difficile de l'obtenir. Il diffère par quelques propriétés de l'acide hydraté.

Pour obtenir cet acide anhydre, il faut commencer par se procurer du bisulfate de soude. Il faut, pour cela, mêler 3 parties de sulfate de soude privé d'eau par la calcination, avec 2 parties d'acide sulfurique concentré. On chauffe, pour chasser toute l'eau et fondre la matière. Le bisulfate ainsi préparé est coulé en plaques. On casse ces plaques en morceaux, et on les introduit dans une cornue de terre, munie d'un récipient, que l'on tient refroidi au moyen de la glace. On chauffe fortement la cornue, et l'acide sulfurique en excès dans le bisulfate s'en sépare, distille et vient se condenser dans le récipient.

L'acide sulfurique anhydre est un corps solide, cristallisant en aiguilles blanches et brillantes, qui ressemblent à l'amiante. Ces aiguilles fondent à + 25° et entrent en ébullition à + 35°. Jeté dans l'eau, l'acide sulfurique anhydre y produit le bruit qu'y ferait un fer rouge. Une seule goutte d'eau versée dans un flacon qui renferme cet acide, dégage de la lumière et détermine une explosion avec fracture du flacon, qui vole en éclats. Ce même acide mis en contact avec un fragment de baryte sèche, produit, en se combinant à cet oxyde, un dégagement de chaleur qui va jusqu'à amener l'incandescence.

On voit de quelle énergie sont douées les affinités chimiques de ce composé.

On désigne sous le nom d'*acide sulfurique de Nordhausen, ou de Saxe*, un acide sulfurique qui fume à l'air, c'est-à-dire qui rend visible la vapeur d'eau contenue dans l'air, en fixant cette vapeur.

L'*acide de Nordhausen* a la propriété de dissoudre l'indigo, tandis que les autres états de l'acide sulfurique ne peuvent produire qu'imparfaitement cette dissolution.

L'*acide de Nordhausen* n'est pas, comme on le croit généralement, de l'acide sulfurique anhydre : c'est une dissolution de l'acide anhydre SO^3, dans l'acide monohydraté, SO^3,HO. En effet, si on le soumet à l'action de la chaleur, il laisse dégager de l'acide anhydre, qui se condense, sous forme d'aiguilles, dans le récipient refroidi par de la glace, et l'acide monohydraté reste dans la cornue.

L'acide sulfurique de Nordhausen s'obtient en distillant le sulfate de protoxyde de fer. Les phénomènes que cette distillation présente ont besoin, pour être compris, d'être analysés avec soin.

Le sulfate de protoxyde de fer a pour formule chimique :

$$\underbrace{FeO,SO^3}_{\text{Sulfate de protoxyde de fer.}} + \underbrace{7(HO)}_{\text{Eau.}}$$

Par l'action de la chaleur, il perd d'abord toute son eau. Si l'on élève davantage la température, l'acide sulfurique se décompose : il se forme de l'acide sulfureux, qui se dégage, et l'oxygène, au lieu de se dégager, rencontrant le protoxyde de fer, se porte sur cet oxyde et le fait passer à l'état de per-oxyde.

Ce n'est toutefois que la moitié de l'a-

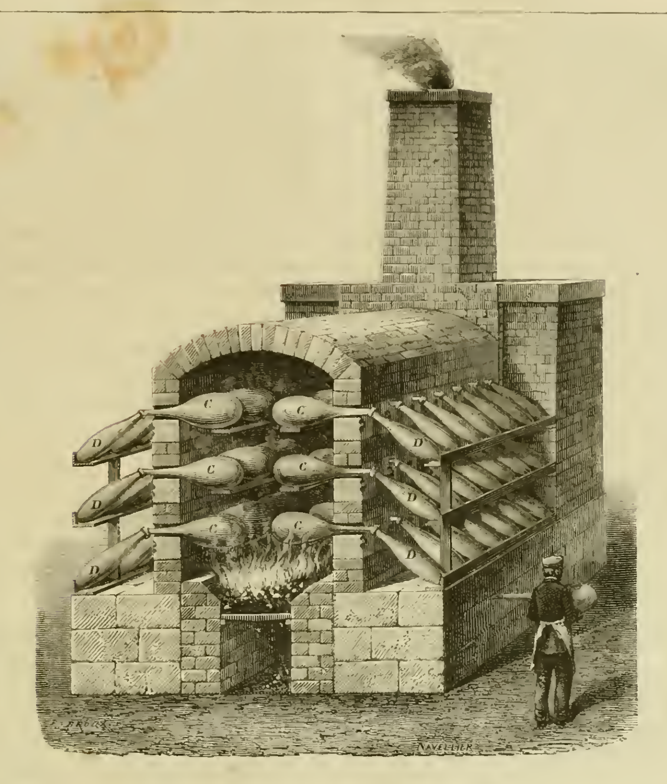


Fig. 413. — Appareil pour la préparation de l'acide sulfurique de *Nordhausen*.

cide sulfurique qui se trouve ainsi décomposée. C'est ce que représente cette formule chimique :

$$\underbrace{2(FeO,SO^3)}_{\text{Sulfate de protoxyde de fer.}} = \underbrace{SO^2}_{\text{Acide sulfureux.}} + \underbrace{(Fe^2O^3,SO^3)}_{\text{Sulfate de peroxyde de fer.}}$$

SO^3,Fe^2O^3 représente du sous-sulfate de peroxyde de fer, car le sulfate neutre serait $3(SO^3),Fe^2O^3$. C'est donc ce sous-sulfate de fer, Fe^2O^3,SO^3, qui subit la décomposition. En se détruisant par l'effet de la chaleur, il laisse dégager l'acide sulfurique, et le peroxyde de fer reste dans la cornue. Seulement, comme le sulfate de fer renferme encore un peu d'eau, que la chaleur n'avait pu lui enlever entièrement, il en résulte qu'il passe toujours de l'eau à la distillation, de sorte qu'au lieu d'avoir de l'acide sulfurique anhydre, on a une dissolution d'acide anhydre SO^3 dans l'acide monohydraté SO^3,HO.

Cette dissolution de l'acide sulfurique anhydre SO^3 dans l'acide monohydraté SO^3,HO, est ce que l'on nomme l'*acide de Nordhausen*.

La figure 413 représente l'appareil dans lequel se prépare l'*acide sulfurique de Nordhausen*.

Le sulfate de fer (qui a été obtenu, sur les lieux, par l'oxydation de la py-

rite, le lavage de la pyrite calcinée et la cristallisation du sel obtenu) est introduit dans des cornues de terre, C, C, de 20 centimètres de diamètre et de 80 centimètres de longueur, que l'on place horizontalement, à côté les unes des autres, au nombre d'environ 200, dans un fourneau de la forme de ceux que l'on appelle *fourneau de galère*, pour rappeler, ainsi que nous l'avons déjà dit à propos des fourneaux à soufre de Pouzzoles, leur ressemblance avec les galères à rames des anciens. Il y a deux rangs de cornues, et chaque cornue contient 100 kilogrammes de sulfate de fer desséché. Chaque cornue communique avec un récipient en terre D, reposant, sous un angle très-incliné, contre des barres de fer qui règnent dans toute la longueur du four.

On commence par chauffer doucement. La première action de la chaleur fait dégager de l'eau, ensuite de l'acide sulfureux. On laisse perdre ces produits dans l'air, et quand il ne se forme plus de gaz sulfureux, on réunit les cornues C, C... aux récipients D, D... par un lut d'argile. On chauffe ensuite davantage, et le mélange d'acide anhydre et d'acide hydraté, auquel on donne le nom d'*acide de Nordhausen*, se dégage, et vient se condenser dans les récipients.

Le sulfate de fer fournit environ 45 pour 100 de son poids d'*acide fumant*, marquant 67° à l'aréomètre de Baumé.

Il faut vingt-quatre heures pour que la décomposition soit complète. Après cet intervalle, on laisse refroidir le fourneau, on sépare le récipient de la cornue, on recueille, d'une part, l'acide contenu dans le récipient, et d'autre part, le peroxyde de fer qui est dans la cornue. Ce dernier produit trouve son emploi dans les arts.

L'*acide fumant de Nordhausen* se vend dans des bouteilles en grès, fermées par des bouchons de même matière, qui sont vissés et lutés avec de la cire. Il faut de grandes précautions pour transporter ce produit, à cause des dangers que présente son maniement.

L'acide de Nordhausen est employé dans la teinture pour dissoudre l'indigo, car il ne faut que 3 parties d'acide sulfurique fumant pour opérer cette dissolution, tandis qu'il en faudra 7 ou 8 d'acide ordinaire pour dissoudre cette matière colorante.

La fabrication de l'acide sulfurique fumant était autrefois localisée dans la ville de Nordhausen, en Saxe; mais depuis 1830, la Bohême s'est emparée de cette industrie. Tout l'acide fumant que l'Europe consomme, provient aujourd'hui d'une trentaine d'usines disséminées dans la Bohême.

CHAPITRE XI

HISTOIRE DE L'ACIDE SULFURIQUE ANHYDRE. — CONNEXION DE CETTE HISTOIRE AVEC CELLE DE L'ACIDE SULFURIQUE DES CHAMBRES DE PLOMB.

Nous terminerons ce que nous avons à dire sur l'*acide de Nordhausen* en parlant de l'histoire de sa découverte. Si nous intervertissons ainsi l'ordre habituel de nos exposés, ce n'est point par défaut de méthode, mais, au contraire, pour mettre en lumière un lien historique et scientifique à la fois, qui a jusqu'ici échappé aux auteurs d'ouvrages de chimie qui ont traité de l'histoire de l'acide sulfurique. Si vous cherchez dans les rares traités de chimie où l'on s'inquiète un peu des questions d'histoire, ce que l'auteur dit de la découverte et des perfectionnements successifs de l'acide sulfurique depuis le Moyen âge jusqu'à nos jours, vous serez étonné de l'extrême confusion ou de l'obscurité de ces récits. C'est que les auteurs n'ont pas compris le fait que voici : avant d'avoir été fabriqué par l'oxydation du soufre, soit dans les cloches de verre (*per campanam*), comme le faisait Angelo Sala, soit dans des chambres de plomb, comme le firent les premiers Ward et Rœbuck, l'acide sulfurique avait

été obtenu en distillant la pyrite de fer. Le premier acide sulfurique que la science ait eu entre les mains, est précisément cet acide sulfurique anhydre, cet *acide de Nordhausen*, dont nous venons de décrire la préparation et les propriétés. Du XIIIe au XVIIe siècle, on ne connut que cet acide anhydre, qui était alors baptisé des noms les plus bizarres, et en harmonie avec la nomenclature fantaisiste et les idées hétéroclites des chimistes de ce temps, en d'autres termes des alchimistes. Ce ne fut qu'au XVIIe siècle qu'Angelo Sala réussit à fabriquer cet acide, au moyen de la combustion du soufre, auquel plus tard on adjoignit du nitre, et que l'on finit par fabriquer en grand dans des chambres de plomb.

L'identité de ces deux produits fut assez longtemps méconnue; bien peu de personnes se doutaient que l'*esprit* ou l'*huile de vitriol* des alchimistes fût la même substance que l'acide des chambres de plomb, que l'on appelait alors *acide anglais*. Angelo Sala le soupçonnait, et Robert Boyle rendit un grand service à la science et à l'industrie en démontrant l'identité de ces deux acides.

Voilà ce que les écrivains modernes n'ont pas bien compris, et ce qui rend, entre leurs mains, l'histoire de l'acide sulfurique si obscure. Nous avons donné plus haut l'histoire de la découverte et des perfectionnements de l'*acide sulfurique anglais*, c'est-à-dire obtenu par la combustion du soufre dans les chambres de plomb; il nous reste à donner l'histoire de l'acide provenant de la distillation des sulfates. Le trait d'union entre ces deux historiques se fera de lui-même.

La première mention de l'acide sulfurique se trouve, chose étrange, dans l'auteur et expérimentateur arabe qui, selon nous, est le véritable père de la chimie, c'est-à-dire dans Geber. Dans son *Alchimia*, qui fut composée au VIIIe siècle après Jésus-Christ, Geber parle, quoique vaguement, du *spiritus* (esprit ou vapeur) qui prend naissance lorsqu'on chauffe fortement l'alun en vase clos. Geber dit que ce liquide acide possède une force dissolvante considérable. Comme l'alun (sulfate d'alumine et de potasse), calciné en vase clos, laisse dégager de l'acide sulfurique et de l'acide sulfureux, en donnant pour résidu de l'alumine et de la potasse, on peut être certain que le produit dont parle Geber était l'acide sulfurique anhydre, l'*acide de Nordhausen*.

L'encyclopédiste du XIIIe siècle, Vincent de Beauvais, dans son ouvrage intitulé *Miroir de la science* (*Speculum doctrinale*), rapporte le même phénomène que Geber avait signalé, et en parlant des *dissolvants des corps* (*solutiva corporum*), il décrit très-bien les propriétés dissolvantes énergiques du liquide acide que l'on obtient par la distillation de l'alun.

A la même époque, Albert le Grand, dans son ouvrage *de Mineralibus*, fait mention d'un *spiritus vitrioli romani*, qui ne peut être que l'acide sulfurique.

Au XVIe siècle, Basile Valentin décrivit, le premier, d'une manière satisfaisante, la préparation de l'acide sulfurique par la distillation du vitriol.

Mais l'écrivain alchimiste qui a le mieux et le plus clairement exposé la préparation de l'acide sulfurique, est le célèbre auteur du *Currus triumphalis antimonii*, le moine Basile Valentin. Dans son ouvrage intitulé *Publication des procédés inconnus*, Basile Valentin donne une description exacte du procédé de préparation de ce produit, que l'on obtenait, au XVe siècle, non par la distillation de l'alun, comme l'avaient enseigné Geber et Vincent de Beauvais, mais par la distillation du sulfate de fer, additionné de sable (silice).

Ajoutons qu'à nos yeux, l'addition de silice, que l'on supprime aujourd'hui, devait être très-utile. En effet, l'acide silicique décomposait le sulfate de fer, et provoquait la séparation de l'acide sulfurique à une

température plus basse que quand on distille le vitriol seul, comme on le fait de nos jours. Dans ce dernier cas, la décomposition s'opérant à une température plus élevée, doit amener la destruction et la perte d'une partie de l'acide sulfurique.

Quoi qu'il en soit, voici la description du procédé donné par Basile Valentin.

« Prends une partie de silice, et 2 parties de vitriol *calciné*, pile-les ensemble, et les mets dans un vase de terre, qui garde bien les esprits, et ne les laisse pas traverser, ou dans une cornue de verre. Adapte à ce vase une longue allonge, fais dessous un feu ardent pendant un jour et une nuit, et de même un second jour et une seconde nuit. Tu verras d'abord apparaître des spiritus grisâtres, et si tu augmentes le feu, tu apercevras ensuite des gouttes rougeâtres. Chauffe alors jusqu'à ce que les spiritus et les gouttes rouges soient distillés; alors, reçois le liquide qui distille dans un vase de verre, enferme-le exactement dans un bain-marie, et rectifie-le; alors le phlegma s'échappe, et il reste une huile de vitriol d'un rouge noir au fond de la cornue. »

Nous ajouterons maintenant que Basile Valentin connaissait fort bien l'acide que l'on obtient par la combustion du soufre avec du salpêtre. Il dit, dans son *Char de triomphe de l'antimoine :*

« On prépare une huile médicinale avec de l'antimoine, par le procédé que je vais te décrire :

« Prends antimoine, soufre et salpêtre, poids égaux, fais-les brûler sous une cloche, tu obtiens ainsi l'huile de soufre (*oleum sulfuris*), comme on le fait *per campanam*. Cet usage était pratiqué depuis longtemps par les anciens; mais il est préférable de substituer à la cloche un chapiteau, portant une allonge; on obtient alors plus d'huile qu'auparavant. Sa couleur est la même que celle de l'acide obtenu par le soufre ordinaire, mais à cause de l'antimoine il possède des propriétés médicinales très-remarquables. »

L'*huile de soufre* ou l'*esprit de soufre*, que l'on obtenait ainsi, avait une grande importance pour les alchimistes. Aux yeux de beaucoup d'amateurs du grand œuvre, cette huile était l'arcane qu'ils désignaient sous le nom de *mercure des philosophes*, l'un des produits réputés essentiels pour la préparation de la *pierre philosophale*. Pour d'autres, cet *esprit de vitriol* était le *sulfur philosophorum* ou *soufre des philosophes*, un autre adjuvant de la préparation de la *pierre philosophale;* et Basile Valentin, dans son ouvrage cité plus haut (*Publication des procédés inconnus*), explique comment cet *esprit de vitriol* peut être tantôt l'un, tantôt l'autre de ces corps.

« Calcine, dit Basile Valentin, le vitriol liquide, place-le dans une cornue, à laquelle tu luteras une allonge; distille *per gradus*, tu obtiendras d'abord un spiritus blanc qui est le *mercure des philosophes.* »

On distinguait donc l'acide sulfurique faible, obtenu au début de la distillation du vitriol, de l'acide concentré, qui distillait à la fin de l'opération. On désignait, avons-nous dit, par le nom d'*oleum vitrioli* (huile de vitriol) l'acide obtenu par la distillation du vitriol de fer et par le nom d'*oleum sulfuris* (huile de soufre) l'acide obtenu par la combustion du soufre dans des cloches.

Angelo Sala avait soupçonné l'identité de ces deux produits. Boyle, dans ses *Considérations*, publiées en 1666, développa cette idée. Après lui Hurkel, en 1667, dans ses *Remarques sur les analyses chimiques*, insista sur le même fait.

Le célèbre André Libavius démontra l'identité de ces deux acides.

Le procédé industriel pour la préparation de l'acide sulfurique au moyen du sulfate de fer, en d'autres termes de l'*acide de Nordhausen*, a été décrit en 1755, par un chimiste allemand, J. E. Bernhardt, dans ses *Recherches et expériences chimiques*.

C'est, comme nous l'avons dit, vers 1754, qu'Angelo Sala découvrit le procédé de préparation de l'acide sulfurique par la combustion du soufre sous une cloche. La première mention certaine de cette grande découverte industrielle, se trouve dans un ouvrage de Dossie publié en Angleterre en 1758, sous le titre de *Elaboratory laid.* Cet auteur nous apprend que quelques années auparavant, un brevet avait été pris en Angleterre pour cette invention. Comme nous

l'avons dit, c'est l'Anglais Ward que l'on regarde comme ayant fondé cette industrie en Angleterre. D'après d'autres, Roebuck l'aurait déjà établie à Birmingham, en 1746.

Nous avons expliqué les progrès et les développements qu'a reçus au siècle dernier et pendant notre siècle la fabrication de l'acide sulfurique dans les chambres de plomb. Ainsi se trouvent raccordés nos deux chapitres d'histoire industrielle relatifs à l'acide sulfurique.

CHAPITRE XII

NOUVEAUX PROCÉDÉS PROPOSÉS POUR LA PRÉPARATION DE L'ACIDE SULFURIQUE.

Ce chapitre sera court. Quand on sait que l'acide sulfurique ne se vend guère que 15 centimes le kilogramme (15 francs les 100 kilogrammes), prix inférieur à celui de la matière, c'est-à-dire à celui du soufre, qui vaut toujours 20 à 25 francs les 100 kilogrammes, on se demande s'il est bien rationnel de demander à la science des méthodes nouvelles pour la préparation de cet acide. Cependant l'esprit de recherche ne s'arrête jamais. Nous allons voir ce qu'il nous a donné quant à la production de l'acide sulfurique par des procédés qui seraient plus économiques que le moyen aujourd'hui en usage dans le monde entier.

Parmi les procédés nouveaux qui ont été proposés ou essayés, les uns ont pour objet la suppression du soufre, les autres la suppression de l'azotate de soude employé pour fournir les vapeurs nitreuses.

Pour supprimer le soufre dans la préparation de l'acide sulfurique — ce qui serait très-avantageux, si les soufres de Sicile ou les pyrites venaient à nous manquer — on a surtout songé à s'adresser au plâtre. Le plâtre est formé d'acide sulfurique combiné à la chaux, et cette matière existe dans la nature en masses inépuisables et à notre portée, attendu que des collines entières, comme celles de Montmartre, par exemple, ne sont composées que de sulfate de chaux.

Extraire l'acide sulfurique du sulfate de chaux, paraît chose fort simple, et pourtant cette opération est une des plus difficiles que la chimie puisse se proposer, ou pour mieux dire, on n'a jamais réussi à l'exécuter industriellement.

Pelouze a proposé de désoxygéner le sulfate de chaux par le charbon, pour obtenir un sulfure de calcium, que l'on décomposerait ensuite par l'acide chlorhydrique, de manière à en dégager l'acide sulfhydrique gazeux. En enflammant le gaz sulfhydrique, on produirait de l'eau et de l'acide sulfureux, gaz que l'on dirigerait immédiatement dans les chambres de plomb.

Quant à l'opération pratique, Pelouze proposait d'opérer comme il suit. Introduire dans une cornue en fonte, de la forme des cornues à gaz, un mélange de 150 kilogrammes de plâtre cuit et de 20 kilogrammes de coke en poudre, et calciner ce mélange pendant 3 à 4 heures. Le charbon désoxydant le plâtre, dégage de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique, et laisse le sulfure de calcium. On place ce sulfure de calcium dans un étouffoir en tôle, où on le laisse refroidir, à l'abri de l'air, qui oxyderait le sulfure. On décompose ensuite ce sulfure de calcium par l'acide chlorhydrique, qui est à très-bas prix dans le commerce. On recueille, dans un gazomètre, le gaz acide sulfhydrique, et quand on veut fabriquer l'acide sulfurique, on amène ce gaz, au moyen d'un tube, à l'entrée des chambres de plomb. On l'enflamme et on dirige l'acide sulfureux dans la chambre, simultanément avec les vapeurs nitreuses.

L'idée de faire manier dans des ateliers industriels un gaz aussi vénéneux que l'acide sulfhydrique était assez malheureuse.

Nous ne croyons pas que ce procédé ait jamais été essayé en grand.

M. Frémy, considérant que la silice décompose, à une température élevée, le sulfate de chaux, a proposé de faire un mélange de sable et de plâtre, et d'exposer ce mélange à la température du rouge. La silice s'empare de la chaux et l'acide sulfurique est mis en liberté. Mais, en raison de la haute température du four, l'acide sulfurique est décomposé, et se réduit en oxygène et en acide sulfureux. Ces deux gaz sont alors dirigés dans les chambres de plomb.

Un chimiste allemand, M. Schanck, a proposé un procédé assez curieux, mais dont le résultat est fort incertain. On introduit dans une cuve de pierre, un mélange de chlorure de plomb et de sulfate de chaux, puis de l'eau chauffée à 50 ou 60 degrés, et l'on agite fortement le tout. Les deux sels se décomposent, et donnent du chlorure de calcium, qui reste dissous, et du sulfate de plomb, qui se précipite. C'est ce qu'explique cette équation chimique :

$$\underbrace{SO^3,CaO}_{\text{Sulfate de chaux.}} + \underbrace{PbCl^2}_{\text{Chlorure de plomb.}} = \underbrace{KCl^2}_{\text{Chlorure de potassium.}} + \underbrace{SO^3,PbO}_{\text{Sulfate de plomb.}}$$

On sépare le sulfate de plomb formé, et on le traite par de l'acide chlorhydrique. Une réaction inverse de la précédente a lieu : il se fait du chlorure de plomb, insoluble, qui tombe au fond de la cuve, prêt à servir à une nouvelle opération, et de l'acide sulfurique, qui reste dissous dans l'eau.

L'équation chimique suivante explique cette dernière réaction :

$$\underbrace{SO^3,PbO}_{\text{Sulfate de plomb.}} + \underbrace{2ClH}_{\text{Acide chlorhydrique.}} = \underbrace{Cl^2Pb}_{\text{Chlorure de plomb.}} + \underbrace{SO^3,H^2O}_{\text{Acide su furique.}}$$

En agitant le mélange et le chauffant à 60 degrés, le chlorure de plomb se rassemble au fond du vase. On peut alors évaporer la liqueur, qui ne se compose que d'acide sulfurique étendu, et on la concentre à la manière ordinaire pour obtenir de l'acide commercial.

Un chimiste russe, Kendorff, a fait connaître un procédé analogue au précédent. Sur du plâtre chauffé au rouge, on dirige un courant de gaz acide chlorhydrique. Il se fait du chlorure de calcium, et l'acide sulfurique se dégage à l'état de vapeurs qu'il est facile de condenser. C'est ce qu'explique l'équation suivante :

$$\underbrace{SO^3CaO}_{\text{Sulfate de chaux.}} + \underbrace{2ClH}_{\text{Acide chlorhydrique.}} = \underbrace{Cl^2K}_{\text{Chlorure de calcium.}} + \underbrace{SO^3,H^2O}_{\text{Acide sulfurique.}}$$

En 1845, un chimiste français, M. Cary-Mantrand, mettant ce procédé en pratique, a trouvé que lorsque le gaz chlorhydrique est bien sec, l'acide sulfurique se décompose ; de sorte que l'on obtient, non de l'acide sulfurique, mais de l'oxygène et de l'acide sulfureux, gaz qui peuvent être immédiatement dirigés dans une chambre de plomb.

M. Kuhlmann, de Lille, a expérimenté ce dernier procédé sur une grande échelle, mais il n'a pu réussir à le transporter dans la pratique, vu la difficulté de dessécher les gaz, et la grande quantité d'acide chlorhydrique qu'il faut employer.

Passons aux méthodes proposées pour supprimer les composés nitreux qui servent à oxyder l'acide sulfureux dans les chambres de plomb.

M. Hahner a proposé d'oxyder l'acide sulfureux par le chlore, en présence de la vapeur d'eau. La réaction qui s'établit est la suivante :

$$\underbrace{2Cl}_{\text{Chlore.}} + \underbrace{2H^2O}_{\text{Eau.}} + \underbrace{SO^2}_{\text{Acide sulfureux.}} = \underbrace{SO^3,H^2O}_{\text{Acide sulfurique.}} + \underbrace{2ClH}_{\text{Acide chlorhydrique.}}$$

On se procure le chlore en décomposant l'acide chlorhydrique qui prend naissance dans la fabrication de la soude.

Persoz a appliqué industriellement un procédé basé sur la réaction qu'exerce l'a-

cide azotique sur l'acide sulfureux pour le transformer en acide sulfurique, et enfin sur la révivification, au moyen de la vapeur d'eau et de l'air, des composés nitreux qu'engendre l'acide azotique par sa réduction partielle. Voici comment l'auteur mettait ce procédé en pratique.

L'acide sulfureux provient de la combustion des pyrites effectuée dans des cornues de terre, à section elliptique. Une pompe aspirante, agissant à l'intérieur des cornues, active le dégagement du gaz sulfureux. Ce gaz traverse d'abord une couche de coke, qui le débarrasse, par un simple effet de filtration, des impuretés solides qu'il peut avoir entraînées; il se dirige alors dans les appareils où il se transforme en acide sulfurique.

Ces appareils consistent en 4 ou 5 auges de grès recouvertes par un dôme en plomb, qui contiennent de l'acide azotique. Le gaz acide sulfureux pénètre dans ces auges, au moyen d'un tuyau en grès percé de trous. Elles sont disposées en gradins, de sorte que le gaz les traverse successivement. L'acide sulfureux s'oxyde aux dépens de l'acide sulfureux et se transforme en acide sulfurique, tandis que l'acide azotique lui-même se transforme en divers composés nitreux qui sont entraînés à l'état de vapeurs hors des auges, et arrivent enfin aux appareils *révivificateurs de l'acide azotique*.

Ces *appareils révivificateurs* se composent de 25 colonnes en grès de 6 mètres de hauteur, 50 cent. de diamètre, construites par l'assemblage de vases cylindriques en grès. Le fond de chacun de ces vases forme une cloison horizontale percée de trous. Ils sont presque entièrement remplis de coke. Les gaz circulant dans toute la série de ces colonnes, rencontrent dans chacune d'elles un filet de vapeur d'eau qui pénètre à la partie supérieure, et qui, aidé par l'oxygène que l'appareil renferme en excès, car une pompe y insuffle une certaine quantité d'air, transforme tous les composés azoteux en acide azotique. Cet acide rentre alors dans la fabrication et sert à oxyder de nouvelles quantités d'acide sulfureux.

Le parcours dans la série des colonnes équivaut à 75 mètres environ, et dès que les gaz ont parcouru une longueur de 20 mètres environ, on n'y rencontre plus de traces sensibles de composés nitreux. On opère à froid avec l'acide azotique concentré, et à 30 ou 40 degrés avec l'acide étendu d'eau.

Les avantages du procédé de M. Persoz sont les suivants :

1° Il rend inutiles les chambres de plomb; 2° il permet d'employer de l'acide sulfureux de provenance quelconque, même si ce gaz est mélangé avec de l'azote, de l'acide carbonique et d'autres gaz. L'acide sulfureux peut donc être emprunté non-seulement à la combustion du soufre ou des pyrites, mais encore à l'oxydation par l'air des sulfates de fer, de cuivre et de zinc, à une température élevée.

Ce procédé n'a pas réussi dans la pratique.

Citons une dernière méthode, à titre de complément.

On fait dans les cours de chimie l'expérience suivante. Sur de la mousse de platine chauffée au-dessous du rouge, on dirige un mélange gazeux d'oxygène et d'acide sulfureux, et l'on voit sous l'influence, — assez difficile à expliquer — de ce corps, l'oxygène et l'acide sulfurique se combiner, et former de l'acide sulfurique anhydre. M. Kuhlmann a tenté d'appliquer cette réaction physico-chimique à la fabrication de l'acide sulfurique, mais le succès n'a pas répondu à son attente. M. Kuhlmann a reconnu, en effet, que l'éponge de platine perd rapidement ses propriétés *catalytiques*, et par suite, la propriété d'opérer la combinaison des deux gaz.

M. Hunt, chimiste anglais, et d'autres chimistes ont pris, dans ces dernières années, plusieurs brevets en Angleterre pour la fa-

brication de l'acide sulfurique par un procédé analogue à celui que M. Kuhlmann a expérimenté à Lille. A la mousse de platine, M. Hunt substitue la pierre ponce. On met dans des tuyaux de brique des morceaux de pierre ponce et on les chauffe au rouge. Lorsque les tuyaux sont chauffés au rouge, on y fait passer l'air atmosphérique et l'acide sulfureux : une partie de l'acide sulfureux se combine à l'oxygène et forme de l'acide sulfurique, tandis que l'acide sulfureux en excès se rend dans les chambres de plomb, où il s'oxyde à la manière ordinaire.

L'emploi de la pierre ponce ne constitue pas, on le voit, un procédé nouveau. C'est une simple addition au procédé suivi par M. Kuhlmann. Ajoutons que cette disposition ne paraît pas avoir mieux réussi.

En résumé aucun procédé nouveau n'a pu, jusqu'à ce jour, entrer en lutte avec le système des chambres de plomb. La permanence inébranlable de ce mode de fabrication, malgré les efforts considérables que la science moderne a faits pour le transformer ou pour lui en substituer d'autres, est le plus bel éloge que l'on puisse faire de cette belle industrie. Les noms de ses fondateurs, Angelo Sala, Garbett et Rœbuck, Ward, Hocker, Clément Désormes, Gay-Lussac, etc. vivront à jamais dans le souvenir des amis de la science et de l'industrie.

FIN DE L'INDUSTRIE DU SOUFRE ET DE L'ACIDE SULFURIQUE.

TABLE DES MATIÈRES

INDUSTRIE DU VERRE ET DU CRISTAL.

CHAPITRE PREMIER

Le verre aux temps antéhistoriques. — Le verre a été connu dès l'âge antéhistorique du fer. — Prétendue découverte du verre chez les Phéniciens. — L'industrie de la fabrication du verre en Égypte. — La verrerie en Phénicie. — La verrerie chez les Grecs et les Romains.......................... 7

CHAPITRE II

La verrerie au moyen-âge. — Verrerie byzantine. — Verrerie vénitienne. — Importance de l'industrie verrière dans l'État de Venise. — Lois et règlements du conseil des Dix. — L'exercice de la profession de verrier à Venise. — Verrerie allemande. — Verrerie de Bohême.................................. 16

CHAPITRE III

Propriétés générales du verre................ 23

CHAPITRE IV

Composition du verre. — Éléments qui entrent dans les différentes sortes de verre. 31

CHAPITRE V

Le verre à vitres, sa composition, sa fabrication par le procédé des manchons et par le procédé des plateaux. — Fabrication des globes de pendule, des verres de montre, etc. — La pompe Robinet............... 34

CHAPITRE VI

Le verre à bouteilles. — Procédés pour la fabrication du verre à bouteilles............ 45

CHAPITRE VII

Le verre à glaces. — Histoire des miroirs. — Les miroirs dans l'antiquité. — Les miroirs de Venise à l'époque de la Renaissance. — Les règlements de l'État de Venise pour l'exercice de la verrerie et de la miroiterie. — La miroiterie française au XVIIIe siècle... 52

CHAPITRE VIII

La fabrication des glaces importée en France. — La fabrique de Tour-la-Ville. — Lucas de Nehou invente le procédé actuel de fabrication des glaces par le coulage. — Établissement de la fabrique de Saint-Gobain, par privilége royal.......................... 59

CHAPITRE IX

La fabrication des glaces. — Composition du mélange vitrifiable. — Fusion. — Le four Siemens. — Opérations du coulage et du doucissage des glaces.................... 63

CHAPITRE X

Fabrication des miroirs. — L'étamage. — Procédé suivi dans l'industrie pour appliquer l'amalgame d'étain sur les glaces. — Nouveaux systèmes remplaçant l'étamage : l'argenture et le platinage................... 67

CHAPITRE XI

La verrerie de Bohême...................... 72

CHAPITRE XII

Le cristal historique. — Sa découverte. — Le cristal inventé en Angleterre. — Le cristal fabriqué en France. — Principales usines françaises : Baccarat, Saint-Louis, Clichy, etc. — Usines étrangères................. 77

CHAPITRE XIII

Propriétés du cristal. — Sa composition. — Procédés pour sa fabrication. — Confection des vases et différents objets en cristal........ 86

CHAPITRE XIV

Taille du verre et du cristal. — Gravure du verre et du cristal. — Gravure du verre et du cristal à la meule. — Gravure à l'acide fluorhydrique. — Méthode de M. Kessler pour la gravure du verre par l'impression et par l'acide fluorhydrique.............. 100

CHAPITRE XV

La peinture sur verre, son histoire depuis le ve siècle après J.-C. jusqu'à nos jours...... 108

CHAPITRE XVI

Description des procédés de la peinture sur verre. — Les verres colorés. — La peinture en couleurs vitrifiables au moufle......... 116

CHAPITRE XVII

Les verres travaillés. — Le verre opale. — Le verre d'albâtre. — Le verre craquelé. — L'émail. — Les verres filigranés et rubanés. — Les presse-papiers en *millefiori* et les baguettes d'émail pour la préparation des *millefiori*. — Le verre filé. — Le verre dépoli et le verre mousseline.................... 126

CHAPITRE XVIII

Imitation des pierres précieuses avec le verre. — Le diamant et le jais. — L'écrin du lapidaire. — Les colliers de verre. — Les perles de Venise et les fausses perles............ 132

CHAPITRE XIX

Le crown-glass et le flint-glass, ou la fabrication des verres pour l'optique. — Histoire de la découverte des verres achromatiques. — Euler et Dollond. — Recherches modernes. — Travaux de Guinand. — Description des procédés pour la préparation du flint-glass et du crown-glass. — Taille et polissage des verres pour les lentilles achromatiques des télescopes et des microscopes. — Les lunettes pour les presbytes et les myopes. — Composition du verre à lunettes, moyen de le tailler et de le polir.......... 137

CHAPITRE XX

Le verre soluble. — Le silicate de potasse; son emploi dans l'industrie. — L'incombustibilité des tissus. — Fuchs et Kuhlmann. — Le durcissement des pierres, du plâtre et des matériaux de construction au moyen du silicate de potasse. — La peinture au silicate de potasse appliquée sur bois, sur verre et sur étoffes. — Autres emplois du verre soluble dans l'industrie........................ 145

CHAPITRE XXI

Résumé.................................. 156

INDUSTRIE DES POTERIES, DES FAIENCES ET DES PORCELAINES.

CHAPITRE PREMIER

L'étude de l'art céramique est l'étude préparatoire de la civilisation et des arts. — La poterie avant les temps historiques. — Formes des poteries chez l'homme primitif. — — La poterie à l'époque du renne. — La poterie à l'âge de pierre. — La poterie à l'époque du bronze et à l'époque du fer...... 159

CHAPITRE II

Les poteries chez les peuples celtiques anciens. — Les habitations lacustres de la Suisse, de la Savoie, de l'Allemagne. — Les peuplades scandinaves. — Les peuplades primitives établies en Angleterre. — Le vase de Noë... 164

CHAPITRE III

La poterie pendant les temps historiques, la Chine et l'Amérique réservées. — La poterie chez les peuples de l'Asie orientale. — La poterie dans l'Asie Mineure, l'Assyrie, la Babylonie, la Médie, etc. — Les briques émaillées de Babylone. — Le palais Assyrien de Khorsabad. — Les ruines de Warka dans la Mésopotamie. — Les murs d'Ecbatane.. 166

CHAPITRE IV

L'Égypte et la Judée. — Mode de fabrication des poteries en Égypte. — Les vases égyptiens. — La salle des dieux égyptiens au Louvre. — Usage des vases communs. — Vases à rafraîchir. — Les Israélites en Égypte. — Cause déterminante de l'exode. — Le veau d'or, imitation du bœuf Apis. — Les flacons du Louvre faussement attribués aux Chinois. — Erreur singulière des archéologues anglais........................... 168

CHAPITRE V

La poterie dans l'ancienne Grèce. — Homère.

— L'hymne du Fourneau. — Classification des poteries grecques. — Poteries trouvées dans les tombeaux. — Chambres sépulcrales de la Campanie. — Tombes trouvées dans les îles de l'Archipel. — Tombeaux des environs d'Athènes. — Considérations sur les principaux vases grecs................ 176

CHAPITRE VI

La poterie grecque. — Description des principales espèces de vases grecs.............. 182

CHAPITRE VII

Suite de la poterie dans l'ancienne Grèce. — Les urnes et les vases funéraires. — Vases étrusques et vases campaniens. — Conseils aux amateurs de vases étrusques.......... 198

CHAPITRE VIII

Quelques vases singuliers ou exceptionnels. — Les rhytons et les vases à deux têtes. — La grande céramique........................ 203

CHAPITRE IX

Résumé de la céramique chez les Grecs....... 207

CHAPITRE X

Composition chimique, caractères et propriétés des poteries grecques et étrusques........ 208

CHAPITRE XI

La poterie romaine. — Classification des poteries romaines en quatre sortes.......... 211

CHAPITRE XII

Usages des poteries romaines. — Les vases funéraires. — Les vases à boire. — La décoration des édifices. — Poteries romaines trouvées en France, en Italie, en Angleterre, en Allemagne et en Espagne................ 216

CHAPITRE XIII

La poterie chez les Gaulois. — Ses caractères distinctifs. — Vases singuliers, urnes pittoresques. — Poteries de la Germanie. — Urnes cinéraires des Germains: leur position. — Superstitions étranges des paysans allemands. — Jouets trouvés dans les tombeaux. — Contrefaçon des poteries allemandes.... 222

CHAPITRE XIV

La céramique au moyen-âge. — Le pavage des églises. — Les dalles émaillées. — Histoire de l'émail. — La faïence. — Sa définition. — Sa véritable patrie. — Perplexités des archéologues. — Les premières terres cuites stannifères en Allemagne. — L'étain employé en Italie dans les poteries avant 1330. — Les tuiles et les vases de l'Alhambra. — L'île de Majorque. — Origine des majoliques ou faïences........................ 232

CHAPITRE XV

Origine du mot faïence : Faenza, ville d'Italie, et Fayence, bourg français. — La faïence fine au temps de Henri II. — Problème proposé aux archéologues. — Renaissance de la céramique en Italie. — Les *bacini*. — Lucca della Robbia et sa famille. — Girolamo della Robbia et le château de Madrid........... 240

CHAPITRE XVI

Suite de la Renaissance italienne. — La fabrication de Pesaro. — La demi-majolique. — L'*époque galante* de la céramique : les bustes, les *ballate*, les *coppe amatorie*. — Une fausse légende : les Raphaëls céramistes. — Perfection de la majolique de Pesaro............ 244

CHAPITRE XVII

Renaissance française. — Les productions céramiques en France avant Bernard Palissy. — Biographie de Bernard Palissy. — Ses études. — Ses voyages. — Sa vocation comme potier. — Ses recherches pour trouver la composition de l'émail. — Ses premiers succès. — La faïence de Palissy. — Caractères de cette faïence................................ 248

CHAPITRE XVIII

Suite de la biographie de Palissy. — Persécutions religieuses. — Protection de Catherine de Médicis. — Succès de Palissy à Paris, non-seulement comme céramiste, mais comme savant. — Son égoïsme au point de vue des secrets artistiques avoué par lui-même. — Nouvelles persécutions lorsqu'il a atteint quatre-vingts ans. — Visite de Henri III à la Bastille. — Fière réponse de Palissy. — Sa mort. — Ses parents........... 254

CHAPITRE XIX

Les faïences françaises. — La faïence de Nevers. — Les assiettes révolutionnaires. — La faïence de Beauvais. — Histoire de la faïence de Rouen. — Les faïences de Moustiers, de Lyon, de Marseille. — Les poteries d'Oiron. 258

CHAPITRE XX

La terre cuite émaillée en Allemagne et en Hollande. — La glaçure en émail inventée à Schelestadt. — Les carreaux vernissés de Nuremberg. — Les poêles en faïence. — Les grès-cérames. — Les Jacobats kannetjes. — Fontaines en grès-cérames. — Les productions céramiques de Delft................. 270

CHAPITRE XXI

La faïence introduite en Angleterre. — Les carreaux. — Les assiettes et coupes en bois blanc. — Les vases en cuir. — Les cruches en grès. — Introduction de l'émail stannifère. — Le district des poteries. — Les pots à beurre. — Les thygs. — Poteries cuites à la houille. — La découverte du vernis au sel marin due à un accident de cuisine. — Importance de la fabrique de Burslem au XVIIe siècle. — Les frères Elers. — Le faux idiot. — L'ophthalmie d'un cheval et les cailloux calcinés amènent à découvrir la pâte blanche des faïences anglaises. — Wedgwood. — Débuts de sa vie. — Ses succès. — La poterie de la reine. — Fondation d'Étruria. — Le catalogue de Wedgwood. — Pyromètre de Wegwood...................... 276

CHAPITRE XXII

La porcelaine de la Chine. — L'ancienne civilisation chinoise. — Potiers devenus empereurs. — Époque de la découverte de la porcelaine. — Controverses à ce sujet. — Définition de la porcelaine. — Étymologies diverses. — Établissement d'un grand nombre de manufactures de porcelaine en Chine. — La porcelaine *bleu de ciel après la pluie.* — Caprices des empereurs. — La légende du poussah. — Le craquelé. — Les cinq porcelaines antiques les plus estimées. — La tour de Nankin. — La contrefaçon des porcelaines en Chine. — Un contrefacteur habile. — Découverte et introduction du bleu de cobalt dans la peinture sur porcelaine en Chine.................................. 284

CHAPITRE XXIII

Introduction commerciale de la porcelaine de la Chine en Arabie et en Europe. — Singulières fables acceptées en Europe touchant la composition de la porcelaine et ses propriétés. — Importance qu'acquiert rapidement le commerce de la porcelaine en Europe. — Le père d'Entrecolles. — Description de la ville de King-te-tching. — Décadence actuelle de la fabrication de la porcelaine en Chine.. 294

CHAPITRE XXIV

La porcelaine du Japon. — Son introduction au Japon par une colonie chinoise. — L'athlète céramique. — Progrès des manufactures de porcelaine au Japon. — Différence entre les porcelaines du Japon et celles de la Chine. — Une légende. — Les porcelaines orientales à inscriptions européennes. — L'ambassadeur hollandais céramiste. — Un régiment de dragons échangé contre une collection de porcelaines. — La porcelaine de la presqu'île de Corée. — La porcelaine des Indes. — La céramique des Persans................................ 300

CHAPITRE XXV

La porcelaine de la Chine imitée en Saxe. — Vie de Bötticher, inventeur de la porcelaine de Saxe. — La fabrique de Meissen. — Le *Secret absolu.* — La fabrication de la porcelaine de Saxe se propage en Allemagne. — Quelques porcelaines de Saxe célèbres..... 307

CHAPITRE XXVI

Découverte en France de la porcelaine tendre artificielle. — Définition de la porcelaine tendre. — Histoire de la porcelaine française. — Essais de Réaumur. — Mme de Pompadour fait établir la manufacture de Sèvres. — Découverte du kaolin à Saint-Yrieix. — Fabrication de la porcelaine dure à Sèvres. — Les contrefaçons et les fraudes. — La porcelaine anglaise, sa composition.... 316

CHAPITRE XXVII

Manufactures de porcelaine de Florence, de Venise, de Turin et de Naples. — La porcelaine en Espagne et en Portugal.......... 330

CHAPITRE XXVIII

La poterie américaine. — Civilisation avancée des premiers peuples de l'Amérique. — Les poteries de Mitla et de Palenque. — Analogie de la céramique mexicaine avec la céramique grecque. — Les poteries de l'Amérique méridionale. — Mélange singulier de terres cuites contemporaines les unes artistiques, les autres difformes. — Distinction entre les poteries provenant des côtes et celles de l'intérieur............................. 334

CHAPITRE XXIX

Classification des poteries. — Propriétés chimiques communes à toutes les poteries.... 338

CHAPITRE XXX.

Fabrication des terres cuites ou poteries de la première classe. — Les briques, les tuiles,

les tuyaux, les creusets, les cornues, les carreaux, les alcarazas, les objets de plastique. 341

CHAPITRE XXXI

Les poteries communes. — Procédé pour leur fabrication. — Pétrissage. — Façonnage. — Le tour du potier. — Vernissage. — Four de cuisson. — Les poteries anciennes grecques et romaines appartiennent au groupe chimique des poteries communes. — Les poteries communes chez les différents peuples de l'Europe.......... 349

CHAPITRE XXXII

La faïence commune ou italienne, sa composition et les procédés de sa fabrication...... 357

CHAPITRE XXXIII

La faïence fine ou faïence anglaise. — Procédés pour sa fabrication en France et en Angleterre. 362

CHAPITRE XXXIV

Les grès-cérames ou poteries de grès; leur fabrication.......... 372

CHAPITRE XXXV

Fabrication de la porcelaine dure, ou chinoise. 376

CHAPITRE XXXVI

L'industrie de la porcelaine en France, en Italie, en Allemagne, en Danemark, etc.......... 392

CHAPITRE XXXVII

La porcelaine tendre, sa nature et sa fabrication. — La première porcelaine tendre ou le vieux Sèvres. — Porcelaine tendre française moderne. — Porcelaine tendre anglaise. — Application de la porcelaine tendre à la fabrication des boutons céramiques.......... 394

INDUSTRIE DES SAVONS.

CHAPITRE PREMIER

Le savon dans les temps anciens. — Le savon chez les Gaulois. — Etablissement des premières fabriques de savon en France et en Italie.......... 399

CHAPITRE II

La savonnerie établie à Marseille au XVIIe siècle. — Ses progrès successifs. — Règlements administratifs. — Monopole de cette industrie affecté à Marseille jusqu'en 1830. — Création des savonneries à l'acide oléique, amenant le déplacement partiel de l'industrie savonnière française.......... 403

CHAPITRE III

Coup d'œil sur l'état actuel de l'industrie du savon en France et à l'étranger.......... 411

CHAPITRE IV

Théorie chimique de la saponification. — Classification des savons.......... 413

CHAPITRE V

Description des procédés aujourd'hui en usage pour la fabrication des savons. — Fabrication du savon marbré de Marseille.......... 415

CHAPITRE VI

Fabrication du savon blanc de Marseille. ... 435

CHAPITRE VII

Fabrication du savon d'acide oléique, du savon de suif, du savon de résine, du savon à l'huile de coco.......... 440

CHAPITRE VIII

Le savon amygdalin. — Le savon ammoniacal ou baume opodeldoch. — Les emplâtres ou savons métalliques. — Extraction du savon des eaux qui ont servi au savonnage des draps. 447

CHAPITRE IX

Les savons mous: leur composition et leur mode de fabrication.......... 451

CHAPITRE X

Les savons de toilette. — Leur fabrication... 454

CHAPITRE XI

Les savons de toilette préparés à froid. — Le savon transparent. — Le savon léger. — Le savon à la glycérine. — La poudre de savon. 462

CHAPITRE XII

Quelques mots sur l'analyse chimique des savons, et sur les moyens de reconnaître leurs falsifications.......... 464

INDUSTRIE DES SOUDES ET DES POTASSES.

CHAPITRE PREMIER

La soude naturelle ou végétale. — Les diverses soudes naturelles. — Analogie entre la soude et la potasse. — Procédés d'extraction de la soude naturelle. — La soude des varechs. — Le natron. — Sa composition, son origine. — Le natron moderne. — Théorie de Berthollet pour expliquer la formation du natron. — Sources diverses du natron. — État de l'industrie soudière en France avant 1792.. 467

CHAPITRE II

Rôle de la soude dans l'industrie. — Tentatives diverses faites, avant 1792, pour remplacer la soude naturelle. — Essais du P. Malherbe et de la Métherie. — Nicolas Leblanc. — Histoire de ses travaux. — Collaboration de Dizé. — Darcet. — L'usine de Saint-Denis. — Appel du Comité de salut public. — Approbation du procédé Leblanc. — Ruine de Leblanc. — Sa mort. — Ses titres à l'admiration de la postérité. — Développement de l'industrie des soudes artificielles. — Hommage rendu en 1856, par l'Académie des sciences de Paris, à la mémoire de Leblanc. 477

CHAPITRE III

Importance de l'industrie de la soude factice. — Description du procédé Leblanc pour la fabrication de la soude. — Fabrication du sulfate de soude. — Théorie de la réaction. — Transformation du sulfate de soude en carbonate de soude. — Théorie de la réaction. — Appareils et procédés en usage pour la transformation du sulfate de soude en carbonate.......................... 488

CHAPITRE IV

L'acide chlorhydrique, inconvénients qui résultent de sa formation pendant la fabrication du sulfate de soude. — Moyens de le condenser. — Produits industriels de l'acide chlorhydrique...................... 492

CHAPITRE V

Transformation du sulfate de soude en carbonate. — Procédé de Leblanc. — Description des fours à soude. — Les fours à soude de Marseille, d'Angleterre et d'Allemagne..... 494

CHAPITRE VI

Lessivage méthodique de la soude brute..... 498

CHAPITRE VII

Perfectionnements apportés aux appareils pour la fabrication de la soude par le procédé Leblanc. — Transformation dans le même four du sel marin en sulfate de soude, et du sulfate de soude en carbonate. — Les fours tournants anglais........................ 502

CHAPITRE VIII

Nouveaux procédés pour la fabrication de la soude. — Procédé de M. Kopp, ou *soude métallifère*. — Procédé de M. Schlœsing. — Procédé de M. Calvert-Clapham.......... 504

CHAPITRE IX

Les sels de soude employés dans l'industrie : le carbonate, le bicarbonate, le sulfite, le borate de soude, etc...................... 510

CHAPITRE X

La potasse. — Ses différents noms. — Procédé pour sa préparation. — Composition des cendres végétales qui fournissent la potasse. — Lessivage. — Évaporation. — Concentration. — Les différentes potasses du commerce.................................. 512

CHAPITRE XI

Autres sources de potasse. — La combustion du résidu du fumier. — La combustion de la lie du vin, des mélasses de betteraves et du suint de la laine des moutons. — Le gisement naturel de potasse de Stassfürt. — Extraction de la potasse des eaux-mères des salines. — Procédés de M. Balard......... 516

CHAPITRE XII

Les sels de potasse en usage dans l'industrie. — L'azotate de potasse ou salpêtre. — Le chlorate de potasse....................... 521

CHAPITRE XIII

L'alcalimétrie. — Principes et procédé pratique de cette méthode d'analyse rapide..... 526

CHAPITRE XIV

Le potassium et le sodium. — Qui a découvert ce métal? — Travaux de Davy. — Curaudeau. — Procédés de Gay-Lussac et de Brünner. — Préparation du sodium et du potassium par le procédé de M. Sainte-Claire Deville.................................. 529

INDUSTRIE DU SEL.

CHAPITRE PREMIER

L'industrie du sel chez les anciens. — Emploi du sel chez les Orientaux, chez les Romains et chez les Gaulois. — Les marais salants actuels nous viennent des peuples anciens. — Un marais salant décrit et figuré par Agricola, au XVIe siècle....................... 533

CHAPITRE II

Distribution du sel à la surface du globe : le sel gemme, les sources et fontaines salées, les eaux de la mer et les lacs salés. — Principaux gisements du sel gemme. — Son origine géologique. — Extraction du sel gemme par des galeries de mines. — Les salines de Wiéliska et de Bochnia en Galicie. — Leur description 540

CHAPITRE III

Les mines de sel en roche de la Lorraine. — Le sel gemme de Northwich en Angleterre. — Le gisement de Stassfürt, en Prusse. — Les gisements de sel gemme dans l'est de la France. — Autres gisements de sel en roche en Asie et en Afrique. — Composition du sel gemme de diverses provenances..... 556

CHAPITRE IV

Exploitation du sel gemme par dissolution. — La méthode du lavage et la méthode du trou de sonde. — Les mines de sel de Salzbourg. — Les salines de l'Angleterre...... 559

CHAPITRE V

Les sources et les fontaines salées. — Origine géologique de ces eaux. — Leur composition chimique. — Les bâtiments de graduation, leur mode de construction, leurs résultats. — Inconvénients des bâtiments de graduation. — Les bâtiments de graduation remplacés par des cordes, dans les salines de Moustiers, en Savoie...................... 567

CHAPITRE VI

Évaporation dans des chaudières des liqueurs salées provenant soit du forage, soit des sources et fontaines salées. — Réactions qui se produisent pendant l'évaporation des liqueurs salées. — Disposition des chaudières en Allemagne et en France. — Cristallisation et dessiccation du sel.......... 572

CHAPITRE VII

L'extraction du sel des sources et fontaines salées dans l'est de la France et dans les Basses-Pyrénées. — État actuel de l'industrie saunière dans les départements de la France adonnés à cette industrie..... 578

CHAPITRE VIII

Extraction du chlorure de sodium des eaux de la mer. — Propriétés physiques et chimiques de l'eau de la mer. — Sa composition chimique aux différentes latitudes........ 583

CHAPITRE IX

Procédés de fabrication du sel dans les marais salants de l'ouest de la France............. 589

CHAPITRE X

Purification du sel des marais de l'Ouest dans les usines du Croisic et du Pouliguen...... 599

CHAPITRE XI

Les salines d'Avranches, en Normandie..... 601

CHAPITRE XII

Description des procédés de fabrication du sel dans les marais salants du midi de la France................................. 605

CHAPITRE XIII

Exploitation des eaux mères des marais salants du midi de la France, pour en retirer la potasse................................ 620

CHAPITRE XIV

L'industrie saunière en Portugal. — Les marais salants de Sétubal, de Lisbonne et d'Aveiro. — Particularités singulières de l'extraction du sel dans les bassins du Portugal. — Explication de ce phénomène donnée par M. Aimé Girard. — Description des marais salants de Sétubal, de Lisbonne et d'Aveiro. 628

CHAPITRE XV

Les marais salants en Espagne, en Italie, en Autriche, en Russie, etc.......... 641

CHAPITRE XVI

L'extraction du sel des étangs salés. — Les étangs salés en Europe, en Asie et en Amérique. — La mer Morte..................... 643

CHAPITRE XVII

Les divers emplois du sel marin. — Son usage dans l'économie domestique........... 651

CHAPITRE XVIII

Les emplois du sel dans l'industrie des produits chimiques et dans les salaisons de viandes et de poissons........................... 657

CHAPITRE XIX.

Emploi du sel dans l'agriculture. — Le sel comme aliment des bestiaux.— Le sel comme engrais. — Résultats de l'enquête exécutée en Angleterre par M. Milne-Edwards sur l'utilité du sel dans l'agriculture. — Nullité du rôle actuel du sel marin dans l'agriculture de la Grande-Bretagne. — Résultats constatés en France. — Expériences de M. Becquerel. — Expériences récentes de M. Péligot sur l'inefficacité du sel comme engrais........ 662

CHAPITRE XX

Les gabelles sous l'ancienne monarchie française. — L'impôt du sel en France, sous le gouvernement représentatif. — Réduction de l'impôt du sel en 1848. — L'impôt du sel sous Napoléon III. — L'enquête sur les sels publiée en 1869........................ 667

INDUSTRIES DU SOUFRE ET DE L'ACIDE SULFURIQUE.

CHAPITRE PREMIER

Importance de l'industrie du soufre. — Les gisements naturels du soufre dans les deux mondes. — Les solfatares................ 681

CHAPITRE II

Les soufrières de Sicile. — Extraction du minerai. — Exploitation du soufre de ce minerai. — Les calcaroni. — Richesse des minerais de soufre de Sicile. — Quantité de soufre produite annuellement par la Sicile. — Perfectionnements apportés au procédé d'exploitation des minerais de soufre. — Appareil Faugère. — Appareil de MM. Émile et Pierre Thomas....................... 693

CHAPITRE III

L'extraction du soufre à la solfatare de Pouzzoles. — Essais faits à Naples pour le traitement des minerais soufrés par le sulfure de carbone............................. 700

CHAPITRE IV

Le raffinage du soufre. — Appareil de Michel employé à Marseille pour la distillation du soufre. — Appareil Lamy. — Appareil distillatoire allemand....................... 703

CHAPITRE V

Extraction du soufre des pyrites. — Soufre provenant du grillage des minerais. — Le soufre retiré des marcs de soude.......... 707

CHAPITRE VI

Propriétés physiques et chimiques du soufre. — Ses usages dans l'industrie............ 711

CHAPITRE VII

Les composés oxygénés du soufre. — L'acide sulfureux. — Préparation industrielle de l'acide sulfureux. — Ses usages dans l'industrie..................................... 715

CHAPITRE VIII

L'acide sulfurique. — Histoire de sa fabrication. — Théorie de la formation de l'acide sulfurique par la réaction mutuelle de l'acide sulfureux et de l'acide hypo-azotique...... 719

CHAPITRE IX

Concentration de l'acide sulfurique arrivant des chambres de plomb. — Sa concentration dans les chaudières de plomb, ensuite dans les vases de platine ou de verre........... 734

CHAPITRE X

Propriétés de l'acide sulfurique. — L'acide sulfurique anhydre. — L'acide sulfurique de Nordhausen. — Préparation de l'acide de Nordhausen dans l'industrie.............. 739

CHAPITRE XI

Histoire de l'acide sulfurique anhydre. — Connexion de cette histoire avec celle de l'acide sulfurique des chambres de plomb......... 742

CHAPITRE XII

Nouveaux procédés proposés pour la préparation de l'acide sulfurique................. 745

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU PREMIER VOLUME.

Corbeil. — Typ. et stér. de Crété fils.

